

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de 15%
por cemento por ceniza de hoja de espino.**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Arias Pastor Ulmer Alexander

Asesor

Solar Jara Miguel

Chimbote – Perú
2018

PALABRAS CLAVE

| | |
|---------------------|---|
| TEMA | Resistencia a la Compresión de Probetas |
| ESPECIALIDAD | Tecnología de Concreto |

KEYWORDS

| | |
|------------------------|--|
| Topic | Resistance to the Compression of specimens |
| Especialitation | Concrete technology |

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

| | |
|------------------------|---|
| PROGRAMA | Ingeniería Civil |
| Línea de Investigación | Construcción y Gestión de la Construcción |
| OCDE | Ingeniería y tecnología Ingeniería Civil Ingeniería de la Construcción |
| Campo de Investigación | Materiales de la Construcción Tecnología de la Construcción y Procesos Constructivos |

TITULO

Resistencia del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitucion de 15% de cemento por ceniza de hoja de espino

RESUMEN

En el presente trabajo tuvo como objetivo principal determinar la resistencia del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de 15% de cemento por ceniza de hoja de espino, a su vez se realizó a la comparación de la resistencia, realizando el ensayo a compresión correspondiente para edades de curado de 07, 14 y 28 días.

Las resistencias experimentales obtenidos mediante el ensayo compresión a la edad de 28 días superaron a las resistencias del diseño patrón mediante la sustitución del cemento tipo I por ceniza de hoja de espino, estos resultados nos indicaron un aumentando de la resistencia experimental en 5.86%.

El trabajo se realizó con la activación térmica de la ceniza de hoja de espino, transformándose en un material puzolánico en este sentido, se utilizó como sustitución de los cementos Portland, porque es un material conglomerante que posee los mismos componentes del cemento como son el óxido de calcio (CaO 53.594%), y el óxido de sílice (SiO_2 25.164%), lo cual se estudió mediante el ensayo de fluorescencia de rayos x.

Los resultados obtenidos en cada una de las pruebas fueron analizados y comparados entre sí, para saber que si con el 15% de ceniza de hoja de espino es más recomendable y favorable para la construcción.

ABSTRACT

In the present work, the main objective is to determine the concrete strength $f_c = 210$ kg / cm² with 15% substitution of cement by hawthorn ash, in turn the comparison of the resistance has been made, performing the test Corresponding compression for ages of cure of 07, 14 and 28 days.

The experimental resistance obtained by the tests to the understanding at the age of 28 days exceeded the resistances of the standard design by means of the substitution of type I cement by hawthorn ash, these results indicate an increase of the experimental resistance in 5.86%.

The work was carried out with the thermal activation of the hawthorn ash, transforming into a pozzolanic material in this sense, they could be used as a substitute for the Portland cements, because it is a binder material that has the same cement components as the cement. Calcium oxide (CaO 53.594%), and silica oxide (SiO₂ 25.164%), which has been studied by the X-ray fluorescence assay.

The results obtained in each of the tests were analyzed and compared with each other, to know if with 15% of hawthorn leaf ash is more recommended and favorable for construction.

INDICE GENERAL

| | |
|--|-----|
| Palabras Claves - Línea de Investigación | i |
| Título..... | ii |
| Resumen..... | iii |
| Abstract..... | iv |
| Indice | v |
| INTRODUCION..... | 1 |
| METODOLOGÍA DEL TRABAJO..... | 23 |
| RESULTADOS | 27 |
| ANÁLISIS Y DISCUSIÓN | 41 |
| CONCLUSIONES | 43 |
| RECOMENDACIONES..... | 44 |
| AGRADECIMIENTOS | 45 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 46 |
| ANEXOS Y APENDICE..... | 48 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|--------|
| Tabla 1. Variable Dependiente..... | pag.20 |
| Tabla 2 Variable Independiente..... | pag.21 |
| Tabla 3 Método para resistencia de concreto..... | pag.23 |
| Tabla 4. Técnicas e instrumento..... | pag.24 |
| Tabla 5. Cantidad de hoja de espino antes y después de la calcinación..... | pag.27 |
| Tabla 6 Florescencia de rayos x de ceniza de hoja de espino..... | pag.28 |
| Tabla 7 Florescencia de rayos x de cemento tipo I y ceniza de hoja de espino en 15%..... | pag.29 |
| Tabla 8. PH del cemento, ceniza de hoja de espino y su combinación de ambos..... | pag.30 |
| Tabla 9. Peso específico de la ceniza de hoja de espino y la combinación de ambos..... | pag.30 |
| Tabla 10. Propiedades Físicas de los agregados para el concreto..... | pag.31 |
| Tabla 11. Cantidad de material para el diseño patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$ | pag.32 |
| Tabla 12. Cantidad de material para el diseño experimental $f'c=210\text{kg/cm}^2$ | pag.33 |
| Tabla 13. Resultado de ensayo a compresión axial del concreto endurecido diseño patrón..... | pag.33 |
| Tabla 14. Resultado de ensayo a compresión axial del concreto endurecido diseño experimental..... | pag.36 |
| Tabla 15 Resultado de ensayo a compresión axial del concreto comparando..... | pag.38 |
| Tabla 16. Resistencias a la compresión de las probetas de concreto con una sustitución de cemento por un porcentaje de ceniza de hoja de Espino, según días de curado..... | pag.39 |
| Tabla 17. Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas..... | pag.39 |
| Tabla 18. Porcentajes de materias primas principales del cemento tipo I..... | pag.42 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|--------|
| Figura 1. Composición química de la ceniza de hoja de espino..... | pag.28 |
| Figura 2. Composición química de la ceniza de hoja de espino 15% sustituido al cemento..... | pag.29 |
| Figura 3. Curva de correlación peso específico en función al % de sustitución..... | pag.30 |
| Figura 4. Proporciones de los materiales según diseño de mezcla patrón..... | pag.32 |
| Figura 5. Proporciones de los materiales según diseño de mezcla experimental..... | pag.33 |
| Figura 6. Representación de las resistencias a la compresión patrón en 7 días..... | pag.34 |
| Figura 7. Representación de las resistencias a la compresión patrón en 14 días..... | pag.34 |
| Figura 8. Representación de las resistencias a la compresión patrón en 28 días..... | pag.35 |
| Figura 9. Representación de las resistencias promedios patrón en porcentaje..... | pag.35 |
| Figura 10. Representación de las resistencias a la compresión expe. en 7 días..... | pag.36 |
| Figura 11. Representación de las resistencias a la compresión expe. en 14 días..... | pag.37 |
| Figura 12. Representación de las resistencias a la compresión expe. en 28 días..... | pag.37 |
| Figura 13. Representación de las resistencias expe. promedios en porcentaje | pag.37 |
| Figura 14. Representación de las resistencias a la compresión..... | pag.38 |
| Figura 15. Elección de hoja de espino..... | pag.75 |
| Figura 16. Recolección de hoja de espino..... | pag.75 |
| Figura 17. Pre-quemado de la hoja de espino | pag.75 |
| Figura 18. Proceso de calcinado en mufla para ensayo de fluorescencia de rayos x y cálculo de ph... | pag.76 |
| Figura 19. Recolección del agregado grueso..... | pag.76 |
| Figura 20. Recolección del agregado fino..... | pag.76 |
| Figura 21. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso..... | pag.77 |
| Figura 22. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino | pag.77 |
| Figura 23. Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso y fino..... | pag.78 |
| Figura 24. Peso específico y absorción del agregado grueso..... | pag.78 |
| Figura 25. Peso específico y absorción del agregado grueso..... | pag.79 |
| Figura 26. Peso específico de la masa del agregado fino..... | pag.79 |
| Figura 27. Peso específico de la masa del agregado fino..... | pag.80 |
| Figura 28. Prueba del slump del diseño patrón..... | pag.80 |
| Figura 29. Prueba del asentamiento del diseño experimental..... | pag.81 |
| Figura 30. Prueba del slump del diseño experimental..... | pag.81 |
| Figura 31. Elaboración de la mezcla de concreto patrón..... | pag.82 |
| Figura 32. Ceniza de hoja de espino para la sustitución del cemento en 15%..... | pag.82 |
| Figura 33. Elaboración de la mezcla de concreto experimental..... | pag.83 |
| Figura 34. Elaboración de la mezcla de concreto experimental terminada..... | pag.83 |
| Figura 35. Peso de probetas experimental recién desencofrada | pag.84 |
| Figura 36. Probetas experimentales con sustitución 15%..... | pag.84 |
| Figura 37. Realización del ensayo a la compresión de las probetas patrón..... | pag.85 |
| Figura 38. Realización del ensayo a la compresión de las probetas patrón con mi asesor el Ing. Miguel | |

| | |
|--|--------|
| Solar Jara..... | pag.85 |
| Figura 39. Realización del ensayo a la compresión de las probetas experimentales..... | pag.86 |
| Figura 40. Ensayo a la compresión de las probetas experimentales con el apoyo del ingeniero Sigüenza | |
| Abanto Robert | |

INTRODUCCION

De acuerdo a la investigación realizada por Goicochea, S y Mimcham, B. (2016) en su tema indica que, las cenizas de tronco de espino activadas a 600° por 2 horas desarrollan una actividad puzolánica, Gracias a su componente de PH que está en el rango de 12ph a 13ph, protegen al acero de refuerzo ahogado contra la corrosión. También se puede observar que la ceniza de tronco de espino tiene como componente químico Oxido de Calcio (Ca) 66.429%, el cual es un componente principal del cemento. Desde un punto de vista económico, el espino es un material útil como sustitución en el cemento y para el uso de materiales de construcción.

Asimismo, se revisó la investigación de Molina a- s (2008), nos indica que las cenizas ofrecen un impacto positivo como sustitución al cemento portland tipo I. La reducción de la dosis de cemento en las mezclas de hormigón abarata los costes del material, disminuye la contaminación asociada a la producción de cemento y ayuda a solucionar el problema de eliminación de las cenizas. Desde un punto de vista económico, la vida útil de las infraestructuras se encuentra limitada por el deterioro de los materiales de construcción.

Por otro lado, la investigación de Ossa m y Jorqueda, C. (1984), en su investigación indica que, las cenizas volantes en el hormigón han sido estudiados en numerosas investigaciones, sea como reemplazo de parte del cemento portland, sea simplemente como adición en el hormigón en estudios, se ha comprobado que cuando se emplean las cenizas volantes en porcentaje de 10 a 30 % de reemplazo, el agua necesaria para mezclado por unidad de volumen del hormigón generalmente no aumenta y a veces puede ser reducida; que la resistencia en las primeras edades, hasta los 28 días disminuye, pero en edades posteriores puede ser igual o mayor que el hormigón normal.

Por último, Freitas b, Osuna t y Rodríguez a. (2013); En su trabajo tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad central de Venezuela de Venezuela, estudio La resistencia a compresión en mezcla de concreto, sustituyendo en 10% en peso de cemento por cenizas de las hojas secas de acacia macracantha como material puzolánico. El tipo de investigación es aplicada y explicativa de diseño experimental,

Los resultados concluyen que se puede utilizar en obras donde las resistencias no sean altas y se recomienda hacer un estudio químico para mejores resultados.

Esta investigación busca comprobar el bajo costo para adquirir un buen sustituto que mejore en cuanto a la propiedad mecánica del concreto, en lo que se refiere resistencia a la compresión, de comprobarse serviría de gran aporte a la ingeniería Civil, por la calidad de un material natural y a bajo precio queriendo aprovechar los recursos inorgánicos que no están siendo aprovechados.

El uso de la hoja de espino podría tener uso importante en el campo de la construcción aprovechando los recursos inorgánicos que no están siendo aprovechados y que se encuentran como materia prima y a la vez reducir costos en obra, entre los cuales seleccionamos las cenizas de hojas de espino como una sustitución en la mezcla de concreto modificado.

De acuerdo con las necesidades específicas requeridas, se hace indispensable el estudio de las características principales del concreto cuando se sustituye las cenizas de la hoja de espino, y cómo podría influir éste al diseño, en cuanto a la trabajabilidad, resistencia, durabilidad y uso en la construcción. A través de este proyecto de investigación, se busca mejorar de manera específica la resistencia obtenida con el concreto, el que beneficiará a las construcciones de Cajamarca.

No se han encontrado antecedentes específicos en el uso de ceniza de hojas de espino para incrementar la resistencia en compresión del concreto, en consecuencia, nuestra propuesta representa un aporte pionero en el uso de esta materia silvestre, que es también abundante en dicha zona y es una madera resistente en la combustión ya sea en carbón o madera esperamos hallar dicho efecto en la ceniza que remplazara parte del cemento en un concreto.

Los desechos vegetales como agentes contaminantes ya que cumplen su ciclo de vida y se desechan ocupando un gran espacio y provocan un gran impacto al medio ambiente (ALFONSO, -)

La ingeniería civil y los materiales de construcción se han desarrollado considerablemente a partir de la segunda mitad del siglo XX. Los países pobres y en vías de desarrollo hacen grandes esfuerzos para desarrollar tecnologías que les permitan aprovechar sus vastos recursos naturales y generar sus propios materiales

de construcción. Con aglomerantes puzolánicos (la ceniza de hojas de espino “acacia macracantha”) como sustituto en el concreto representa una alternativa de desarrollo para estos países, y nuestra región y porque no decirlo nuestra localidad que es lo más importante

Al investigar las problemáticas estructurales generales que existentes en nuestra Región, en búsqueda de la solución más factible, se logró investigar que los aglomerantes puzolánicos de la ceniza de hojas de espino “acacia macracantha” son desechados de manera improductiva, desperdiciando sus propiedades y desconociendo los múltiples usos, los cuales nos llevaron a analizar una considerable cantidad de alternativas en posibles soluciones sobre cómo aprovechar la materia prima.

Actualmente la problemática de nuestra localidad es el bajo rendimiento de las edificaciones, debido a que tratan de economizar en materiales, de aquí partimos nuestro trabajo de investigación, buscamos innovar el concepto de autoconstrucción para las zonas más pobres, la adición de las cenizas de hojas de espino “acacia macracantha” busca comprobar que añadiendo este material mencionado pueda sustituir al cemento y obtener una mejor resistencia a compresión de un concreto:

¿Cuál es el efecto de la sustitución de un 15% de cemento por ceniza de hojas de Espino “Acacia Macracantha” en la resistencia de un concreto de $f'_c = 210 \text{ KG/CM}^2$?.

De la bibliografía consultada se pueden revisar definiciones que serán útiles para el desarrollo de la investigación, tales como:

Dentro de la tecnología de concreto, el concreto presenta un comportamiento viscoso, mientras que la otra, formada por los agregados, muestra un comportamiento casi elástico. Estando los agregados rodeados y separados entre ellos por la pasta de cemento. Resulta así, la definición de un material heterogéneo, cuya estructura particular posibilita un comportamiento inelástico; siendo las deformaciones de la fase viscosa susceptible de ser modificadas por el tiempo y las condiciones de curado, creando tensiones internas considerables. Por otra parte a los problemas de diseño y construcción, característicos de las fábricas de piedra, de índole mecánica según las formas y las masas de los elementos, se unen en las construcciones de concreto multitud de otros factores, que deben ser conocidos y apreciados por el Ingeniero, que

interviene directamente en su fabricación desde una primera instancia. Así pues, ha de estudiar el tipo y calidad de los áridos, los problemas de fraguado y endurecimiento del aglomerante, la dosificación del conjunto, su fabricación y puesta en obra, su comportamiento bajo la acción de las cargas y de los agentes destructivos (Gonzales, M. 1962.)

Una nueva ciencia, de alta calidad experimental, tiende a solucionar éstas cuestiones. Ella es la Reología, que estudia e investiga la estructura física de las pastas, su deformación y relación con las propiedades requeridas en cada tipo de construcción. En el caso del concreto normal conocemos que al ser usado en pavimentos, tiene principalísima importancia la resistencia a la tracción, al rozamiento e intemperismo y la relación que guardan con el tipo de áridos. Igualmente en el caso del concreto en grandes masas, es necesario tener en cuenta la retracción y dilatación debida a las temperaturas de fraguado y la influencia del tipo del cemento, el curado y forma de la puesta en obra. En las obras portuarias de concreto, es preciso considerar la acción de sucesivos choques o impactos así como la acción destructora del agua de mar, incidiendo en la calidad y compacidad del agregado, la hidraulicidad de la pasta (Gonzales, M. 1962.)

En el caso del concreto armado acrecentar la resistencia a la tracción y mejorar la docilidad de las mezclas frescas son los problemas característicos que afrontan el Ingeniero. En general las altas resistencias a la compresión (6001000 Kg/cm^2) no son objeto de búsqueda en el concreto armado, pues la resistencia a la tracción no crece proporcionalmente con la de compresión. Por otra parte, el aumento consiguiente del módulo elástico trae consigo una reducción de la sección que colabora en la resistencia, al hacer abstracción de la zona solicitada a tracción. La plasticidad produce fenómenos de adaptación que mejoran las condiciones de trabajo de los elementos, que serían utilizados en forma incompleta en un régimen puramente elástico (Gonzales, M. 1962.)

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesto de cemento Portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada), para formar una masa semejante a una roca ya que la pasta

endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua. (Gonzales, M. 1962.)

Es un pseudo sólido, sujeto en el tiempo a fenómenos físicos- químicos localizados en la pasta de cemento, por la actividad del mismo, como por el equilibrio termodinámico con el ambiente. El concreto ha sido definido, así como un sistema de dos fases, una de las cuales. La pasta del cemento (Gonzales, M. 1962.)

Los componentes del concreto son: el cemento que se define como un material pulverizado que además de óxido de calcio contiene: sílice, alúmina y óxido de hierro y que forma, por adición de una cantidad apropiada de agua, una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto en el agua como en el aire. Se excluyen las cales hidráulicas, cales aéreas y yesos.

El cemento tipo I es el destinado a obras de hormigón en general, al que no se le exigen propiedades especiales. A medida que varían los contenidos de C₂S, C₃S, C₃A, CAF se modifican las propiedades del cemento Portland, por lo tanto, se pueden fabricar diferentes tipos con el fin de satisfacer ciertas propiedades físicas y químicas para situaciones especiales (Rivera, G. 2010)

Los agregados también llamados áridos son aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia de agua forman un todo compacto (piedra artificial), conocido como mortero o concreto.

Como agregados de las mezclas de mortero o concreto se pueden considerar, todos aquellos materiales que teniendo una resistencia propia suficiente (resistencia de la partícula), no perturben ni afecten desfavorablemente las propiedades y características de las mezclas y garanticen una adherencia suficiente con la pasta endurecida del cemento Portland. En general, la mayoría son materiales inertes, es decir, que no desarrollan ningún tipo de reacciones con los demás componentes de las mezclas, especialmente con el cemento; sin embargo, existen algunos agregados cuya fracción más fina presenta actividad en virtud de sus propiedades hidráulicas colaborando con el desarrollo de la resistencia mecánica, tales como: las escorias de alto horno de las siderúrgicas, los materiales de origen volcánico en donde hay sílice activo, entre otros (Rivera, G. 2010)

Los agregados se han clasificado de varias maneras a través del tiempo, pero principalmente desde los puntos de vista de su procedencia, densidad, tamaño, forma y textura. De acuerdo con el origen de los agregados, según su procedencia ya sea de fuentes naturales o a partir de productos industriales, se pueden clasificar de la siguiente manera.

Tenemos a los agregados naturales que son aquellos procedentes de la explotación de fuentes naturales tales como depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Pueden usarse tal como se hallen o variando la distribución de tamaños de sus partículas, si ello se requiere. Todas las partículas que provienen de los agregados tienen su origen en una masa mayor, la que se ha fragmentado por procesos naturales como intemperismo y abrasión, o mediante trituración mecánica realizada por el hombre, por lo que gran parte de sus características vienen dadas por la roca madre que le dio su origen.

De acuerdo a la geología histórica; estos se transforman por fenómenos internos de la tierra, al solidificarse y enfriarse el magma (masa de materias en fusión), se forman las rocas originales o ígneas y posteriormente, por fenómenos geológicos externos, tales como la meteorización, con el tiempo se forman las rocas sedimentarias, al sufrir la acción de procesos de presión y temperatura forman el tercer grupo de las denominadas rocas metamórficas, esto se conoce como el ciclo geológico que está en permanente actividad.

Por otra parte, tenemos a los agregados artificiales que se obtienen a partir de productos y procesos industriales tales como: arcillas expandidas, escorias de alto horno, clinker, limaduras de hierro y otros, comúnmente estos son de mayor o menor densidad que los agregados corrientes. Actualmente se están utilizando concretos ligeros o ultraligeros, formados con algunos tipos de áridos los cuales deben presentar ciertas propiedades como son: forma de los granos compacta, redondeada con la superficie bien cerrada, ninguna reacción perjudicial con la pasta de cemento ni con el refuerzo, invariabilidad de volumen, suficiente resistencia a los fenómenos climatológicos; además deben de tener una densidad lo menor posible, con una rigidez y una resistencia propia suficientemente elevada y ser de calidad permanente y uniforme.

Los agregados ligeros más utilizados son los producidos con arcilla y pizarra expandida (incluyendo la arcilla pizarrosa y la pizarra arcillosa). Es de anotar que se han desarrollado con bastante éxito agregados ligeros en Alemania (con arcilla y pizarra), y España (con arcilla expandida conocida comercialmente como ARLITA).

Tenemos al agua de mezcla que cumple dos funciones muy importantes, permitir la hidratación del cemento y hacer la mezcla manejable. De toda el agua que se emplea en la preparación de un mortero o un concreto, parte hidrata el cemento, el resto no presenta ninguna alteración y con el tiempo se evapora; como ocupaba un espacio dentro de la mezcla, al evaporarse deja vacíos los cuales disminuyen la resistencia y la durabilidad del mortero o del hormigón. La cantidad de agua que requiere el cemento para su hidratación se encuentra alrededor del 25% al 30% de la masa del cemento, pero con esta cantidad la mezcla no es manejable, para que la mezcla empiece a dejarse trabajar, se requiere como mínimo una cantidad de agua del orden del 40% de la masa del cemento, por lo tanto, de acuerdo con lo anterior como una regla práctica, se debe colocar la menor cantidad de agua en la mezcla, pero teniendo en cuenta que el mortero o el hormigón queden trabajables (Rivera, G. 2010)

El espino “acacia macracantha” es una especie de árbol perteneciente a la familia de las Fabáceas. (Márquez, L., & Alejandra. 2016)

Las características de la Acacia macracantha son las siguientes: es un árbol espinoso que alcanza un tamaño de 4 m de altura, de color gris oscuro. Hojas con espinas largas y anchas en su base. Flores amarillas, con frutos en forma de vaina. Florece y da frutos en tiempo de lluvias. Se encuentra en los barrancos, dentro y fuera de la población, en los terrenos de siembra, en las cañadas, laderas y cerros. (Márquez, L., & Alejandra. 2016)

Proporciona fertilidad al suelo; ramas para riego; hábitat importante para protección de biodiversidad. Madera, madera de rebrote, leña y carbón; como planta ornamental (parques); forraje para ganado; polen para abejas.

La Distribución geográfica de este tipo de especie de amplia distribución, la encontramos en bosques, matorrales, cultivos, potreros. Se desarrolla entre 0-2000 msnm. (Marquez, L., & Alejandra. 2016)

El tipo de bosque donde podemos encontraresta especie debe ser seco pluvio estacional y bosque seco andino. (Marquez, L., & Alejandra. 2016)

El uso de esta especie, en cuanto a su madera es utilizada para fabricar parquet, carbón, leña, postes. Las flores se toman en infusión para afecciones cardiacas, hepáticos y en lavados para cicatrizar heridas. Las flores son apreciadas por los insectos para coleccionar néctar y polen. Las hojas, flores y frutos sirven de alimento para el ganado caprino y vacuno. Especie excelente para SAF ((García, Motto, & Aguirre, 2006,2005,2010)).

Las especies del género Acacia pueden contener derivados de la dimetilriptamina y glucósidos cianogénicos en las hojas, las semillas y la corteza, cuya ingestión puede suponer un riesgo para la salud. (García, Motto, & Aguirre, 2006,2005,2010).

Las espinas se han empleado en la medicina tradicional mexicana para aliviar dolores de muelas y encías. (García, Motto, & Aguirre, 2006,2005,2010)

El nombre Acacia es un nombre genérico derivado del griego ακακία (akakia), que fue otorgado por el botánico Griego Pedanius Dioscorides (A.C. 40-90) para el árbol medicinal A. nilotica en su libro de Materia Medica. El nombre deriva de la palabra griega, AKIS (akis, espinas). (Márquez, L., & Alejandra. 2016)

El proceso de utilización e Identificación: Es preferible hacer la clasificación del ejemplar, determinando su especie, en el mismo lugar de recolección con el material fresco, pues como se sabe la herborización cambia el color de los pigmentos vegetales. (García, Motto, & Aguirre, 2006,2005,2010)

Las medidas para la recolección: Existen medidas bastante sencillas que permiten aprovechar las plantas silvestres sin alterar sus ciclos normales de crecimiento y reproducción. Aplicándolas se evita la desaparición de las plantas silvestres medicinales de los lugares donde viven. Algunas de estas medidas son: Las plantas

jóvenes o poco desarrolladas no deben tocarse, Para cortar, se usa un serrucho afilado y se puede apodar la planta correctamente, No recolectar en lugares contaminados. No se debe recolectar en lugares tales como: calles u orillas de caminos, por las emanaciones tóxicas de los caños de escape, alrededor de industrias contaminadas, cerca de cultivos en potreros, porque en ellos se emplean plaguicidas, en canales, u otros cursos de agua contaminados, etc. (García, Motto, & Aguirre, 2006,2005,2010).

En cuanto a la higiene: Sólo escoger partes vegetales sanas, libres de parásitos, caracoles, mohos, polvo, etc. Separar las hierbas de tierra, palitos y piedras.

En cuanto al cultivo: Todos los problemas que tiene la recolección de plantas silvestres pueden evitarse cultivándolas. Las ventajas del cultivo son: Evitar la desaparición de especies nativas, que ya hoy en día están en peligro de extinción y Producir de manera uniforme, en cantidad y calidad constante.

La recolección: Cortar ramas sólo si se necesita recolectar corteza. Nunca arrancar corteza de ramas principales, ni mucho menos de troncos, pues cada pedazo de corteza arrancado es una herida irrecuperable para la planta.

El secado: Las hojas se secarán para poder guardarlas y así usarla en una época en que no se la pueda conseguir. La planta está formada en gran parte por agua y espinas. Este debe ser conservado después de cortar las hojas para que no se pudran sus tejidos.

Las hojas deben ser secadas en el menor tiempo posible. El tiempo de secado varía según la planta, la aireación que reciba durante el proceso, la temperatura y humedad del aire, y generalmente no es inferior a ocho días. Para acortar este tiempo, nosotros podemos controlar la aireación entre otros aspectos, control que como veremos es la base de los distintos sistemas de secado. (García, Motto, & Aguirre, 2006,2005,2010).

Formas de secado: Las hojas recién cortadas contiene hasta un 50% de agua y en esta condición no arderá en la chimenea. Antes de usarla primero debes curar (dejar secar) las hojas, lo cual permite que escape la humedad. Mientras más seca esté las hojas más calor generará. Las hojas estén listas para arder cuando su contenido de agua desciende a menos de 20%. de tal forma será un secado adecuado para dicha utilidad.

Quemar hojas sin secar (verde) o seca solo una parte en la estufa o chimenea provocará la acumulación de creosota en la misma, lo cual puede dar lugar un incendio en la chimenea (en el peor de los casos) y a la falta de fuego o una habitación llena de humo (en el mejor de los casos). Todo dueño de casa que depende de las hojas debe saber cómo secarla. (Abigail, G. 2011)

Para el diseño del concreto tenemos como definición: es la mezcla de todos los materiales que lo integran (agregados, agua, cemento), y lo define como el diseño de concreto es el proceso de selección de los materiales, para que tenga una buena trabajabilidad y consistencia adecuada, y toma como dimensiones a la trabajabilidad definiéndolo como la capacidad de ser colocado y consolidado, ensayos (Cono de Abrams), que mide la consistencia y fluidez del diseño de mezcla, la consistencia que es el estado de fluidez, que tan dura o blanda esta la mezcla, la plasticidad es cuando es concreto fresco cambia de forma y la exudación que consiste en qué parte del agua de mezclado tiende a elevarse a la superficie durante el proceso de fraguado. (Laura, H. 2006)

El diseño de concreto es un procedimiento empírico, y aunque hay muchas propiedades importantes del concreto, la mayor parte de procedimientos de diseño están basados principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad determinada, así como la manejabilidad apropiada para un tiempo determinado, además se debe diseñar para unas propiedades que el concreto debe cumplir cuando una estructura se coloca en servicio.

Una mezcla se debe diseñar tanto para estado fresco como para estado endurecido. Las principales exigencias que se deben cumplir para lograr una dosificación apropiada en estado fresco son las de manejabilidad, resistencia, durabilidad y economía (Sánchez, R. 2015)

La durabilidad del concreto: Define la Durabilidad como “la habilidad del concreto para resistir la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión, o cualquier otro tipo de deterioro”. Algunos investigadores prefieren decir que “es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea; los ataques, ya sea químicos, físicos o

biológicos, a los cuales puede estar expuesto; los efectos de la abrasión, la acción del fuego y las radiaciones: la acción de la corrosión y/o cualquier otro proceso de deterioro”. Comité 201 del American Concrete Institute (ACI), indica que, el concreto es diseñado para una resistencia mínima a compresión. Esta especificación de la resistencia puede tener algunas limitaciones cuando se especifica con una máxima relación agua cemento y se condiciona la cantidad de material cementante. Es importante asegurar que los requisitos no sean mutuamente incompatibles o en algunos casos la relación agua/material cementante se convierte en las características más importante por tema de durabilidad. (Rivva, E. 2006).

Indica que, en algunas especificaciones puede requerirse que el concreto cumpla con ciertos requisitos de durabilidad relacionados con congelamiento y deshielo, ataques químicos, o ataques por cloruros, casos en los que la relación agua cemento, el contenido mínimo de cemento y el uso de aditivos se convierten en pieza fundamental para el diseño de una mezcla de concreto. Esto nos lleva a tener presente que una mezcla perfecta o diseñada bajos los criterios de durabilidad no producirá ningún efecto si no se llevan a cabo procedimientos apropiados de colocación, compactación acabado, protección y curado. (Rivva, E. 2006).

En cuanto al costo de elaboración en las mezclas de concreto: El costo de la elaboración de una mezcla de concreto está constituido básicamente por el costo de los materiales, equipo y mano de obra. La variación en el costo de los materiales se debe a que el precio del cemento por kilo es mayor que el de los agregados y de allí, que la proporción de estos últimos minimice la cantidad de cemento sin sacrificar la resistencia y demás propiedades del concreto. La diferencia en costo entre los agregados generalmente es secundaria; sin embargo, en algunas localidades o con algún tipo de agregado especial pueden ser suficientes para que influya en la selección y dosificación. El costo del agua usualmente no tiene ninguna influencia, mientras que el de los aditivos puede ser importante por su efecto potencial en la dosificación del cemento y los agregados. Comité 201 del American Concrete Institute (ACI), el costo de la mano de obra depende de la trabajabilidad de la mezcla y de los métodos de colocación y compactación. Una mezcla poco trabajable con un equipo de compactación deficiente aumenta los costos de mano de obra también la economía de

un diseño de mezcla se debe contemplar el grado de control de calidad que se espera en la obra. El concreto tiene una variabilidad tanto la calidad de los materiales, la producción y las acciones que se ejecutan en la obra. En obras pequeñas “sobre diseñar” el concreto puede resultar económico entre comillas, pero en una obra muy grande de altos volúmenes de concreto se debe implementar un extenso control de calidad con el propósito de mejorar los costos y la eficiencia. (Farmington, H. 2005)

La Dosificación de una mezcla de concreto: Indica que, las proporciones de la mezcla de concreto que cumpla con dichas características con los materiales disponibles, se logra mediante el sistema de prueba y error o el sistema de ajuste y reajuste. (Torre, 2012)

Dicho sistema consiste en preparar una mezcla de concreto con unas proporciones iniciales y calculadas por diferentes métodos. A la mezcla de prueba se le realizan los diferentes ensayos de control de calidad como asentamiento, pérdida de manejabilidad, masa unitaria, tiempos de fraguado y resistencia a la compresión.

Estos datos se comparan con la especificación y si llegan a ser diferentes o no cumplen con la expectativa de calidad se reajustan las cantidades, se elabora nuevamente la mezcla que debe cumplir todos los ensayos de control de calidad, si nuevamente no cumple los requisitos exigidos es necesario revisar los materiales, el método del diseño y nuevamente otra mezcla de concreto hasta ajustar los requisitos exigidos por la especificación. (Torre, C. 2012)

Datos de los materiales: de las propiedades de los materiales que se van a utilizar se debe conocer: granulometría, módulo de finura de la arena, tamaño máximo de la grava, densidad aparente de la grava y de la arena, absorción del agregado y de la arena, masa unitaria compacta de la grava, humedad de los agregados inmediatamente antes de hacer la mezcla y densidad del cemento.

El proceso para el diseño de mezclas de concreto: estudio de las especificaciones de la obra, definición de la resistencia compresión, elección del asentamiento, estimación cantidad de aire, estimación contenido de agua, definir relación agua/material cementante, contenido de material cementante, verificar las

granulometrías de los agregados, estimación de agregado grueso, estimación de agregado fino, ajuste por humedad y ajuste del diseño de mezcla.

Indica que, los métodos de diseño de mezclas de concreto van desde los analíticos experimentales y empíricos, hasta volumétricos, todos estos métodos han evolucionado y ha llevado a procedimientos acordes con las necesidades de los proyectos y se han desarrollado algunas guías ya normalizadas para darle cumplimiento a la calidad del concreto en las obras. Comité 201 del American Concrete Institute (ACI) (Farmington, H. 2005).

En cuanto a la Trabajabilidad: indican que la facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto fresco y el grado que resiste a la segregación se llama trabajabilidad. El concreto debe ser trabajable pero los ingredientes no deben separarse durante el transporte y el manoseo. El grado de la trabajabilidad que se requiere para una buena colocación del concreto se controla por los métodos de colocación, tipo de consolidación y tipo de concreto. Los diferentes tipos de colocación requieren diferentes niveles de trabajabilidad. Los factores que influyen en la trabajabilidad del concreto son: el método y la duración del transporte, cantidad y características de los materiales cementantes, consistencia del concreto (asentamiento en cono de Abrahams o revenimiento), tamaño, forma y textura superficial de los agregados finos y gruesos, aire incluido (aire incorporado), cantidad de agua, temperatura del concreto y del aire y aditivos.

La distribución uniforme de las partículas de agregado y la presencia de aire incorporado ayudan considerablemente en el control de la segregación y en la mejora de la trabajabilidad. También enseña el efecto de la temperatura de colocación sobre la consistencia o asentamiento en cono de Abrams y sobre la trabajabilidad potencial de las mezclas. Las propiedades relacionadas con la trabajabilidad incluyen consistencia, segregación, movilidad, bombeabilidad, sangrado (exudación) y facilidad de acabado. La consistencia es considerada una buena indicación de trabajabilidad. El asentamiento en cono de Abrams se usa como medida de la consistencia y de la humedad del concreto. Un concreto de bajo revenimiento tiene una consistencia rígida o seca. Si la consistencia es muy seca y rígida, la colocación y compactación del concreto serán difíciles y las partículas más grandes de agregados

pueden separarse de la mezcla. Sin embargo, no debe suponerse que una mezcla más húmeda y fluida es más trabajable. Si la mezcla es muy húmeda, pueden ocurrir segregación y formación de huecos. La consistencia debe ser lo más seca posible para que aún se permita la colocación empleándose los equipos de consolidación disponibles. (Powers & Scanlon, 1932;1994)

El sangrado y asentado: se define al sangrado (exudación) es el desarrollo de una camada de agua en el tope o en la superficie del concreto recién colocado. Es causada por la sedimentación (asentamiento) de las partículas sólidas (cemento y agregados) y simultáneamente la subida del agua hacia la superficie. El sangrado es normal y no debería disminuir la calidad del concreto adecuadamente colocado, acabado y curado. Un poco de sangrado es útil en el control de la fisuración por retracción plástica. Por otro lado, la excesiva aumenta la relación agua-cemento cerca de la superficie; puede ocurrir una camada superficial débil y con poca durabilidad, particularmente si se hace el acabado cuando el agua de sangrado aún está presente. Los vacíos y bolsas de agua pueden ocurrir, resultantes del acabado prematuro de la superficie. (Powers & Scanlon, 1932;1994)

Después que toda el agua de sangrado (exudación) se evapore, la superficie endurecida va a ser un poco más baja que la superficie recién colocada. Esta disminución de la altura desde el momento de la colocación (puesta, colado) hasta el inicio del fraguado se llama retracción por sedimentación. La tasa de sangrado (exudación) y la capacidad de sangrado (sedimentación total por unidad de peso del concreto original) aumentan con la cantidad inicial de agua, altura del elemento de concreto y presión. El uso de agregados de granulometría adecuada, ciertos aditivos químicos, aire incluido, materiales cementantes suplementarios y cementos más finos reduce el sangrado. El concreto usado para rellenar vacíos, proporcionar soporte o proporcionar impermeabilidad con una buena adhesión debe presentar bajo sangrado para evitar formación de bolsas de agua.

Hidratación, tiempo de fraguado y endurecido: La calidad de unión (adhesión) de la pasta de cemento portland se debe a las reacciones químicas entre el cemento y el agua, conocidas como hidratación. El cemento portland no es un compuesto químico sencillo, es una mezcla de muchos compuestos. Cuatro de ellos totalizan 90% o más

del peso del cemento portland: silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico y ferroaluminato tetracálcico (aluminio ferrito tetracálcico). Además de estos compuestos principales, muchos otros desempeñan un papel importante en el proceso de hidratación. Cada tipo de cemento portland contiene los mismos cuatro compuestos principales, pero en proporciones diferentes. Cuando se examina el clínker (clinker) (el producto del horno que se muele para fabricar el cemento portland) al microscopio, la mayoría de sus compuestos individuales se puede identificar y sus cantidades se pueden determinar. Sin embargo, los granos más pequeños no se pueden detectar visualmente. El promedio del diámetro de las partículas de un cemento típico es aproximadamente 15 micrómetros. Si todas las partículas tuviesen este diámetro promedio, el cemento portland contendría aproximadamente 300 billones de partículas por kilogramo, pero en realidad, existen unos 16,000 billones de partículas por kilogramo, debido a la amplia variación del tamaño de las partículas. Las partículas en un kilogramo de cemento portland tienen un área superficial de aproximadamente 400 metros cuadrados. Los dos silicatos de calcio, los cuales constituyen 75% del peso del cemento portland, reaccionan con el agua para formar dos compuestos: hidróxido de calcio y silicato de calcio hidratado (hidrato de silicato de calcio). Este último es, sin duda, el más importante compuesto del concreto. Las propiedades de ingeniería del concreto – fraguado y endurecimiento, resistencia y estabilidad dimensional dependen principalmente del silicato de calcio hidratado. Éste es el corazón del concreto. La composición química del silicato de calcio hidratado es un tanto variable, pero contiene cal (CaO) y dióxido de silicio (SiO_2) en una proporción de 3 para 2. El área superficial del silicato de calcio hidratado es unos 300 metros cuadrados por gramo. En pastas endurecidas de cemento, el silicato de calcio hidratado forma un vínculo denso entre las otras fases cristalinas y los granos de cemento aún no hidratados; también se adhiere a los granos de arena y a los agregados gruesos, cementándolo todo junto. (COPELAT, 1962)

Indica que, mientras el concreto se endurece, su volumen bruto permanece casi inalterado, pero el concreto endurecido contiene poros llenos de agua y aire, los cuales no tienen resistencia. La resistencia está en las partes sólidas de la pasta, sobre todo en el silicato de calcio hidratado y en los compuestos cristalinos. Cuanto menos porosa es la pasta de cemento, más resistente es el concreto. Por lo tanto, al mezclarse el

concreto, no se debe usar más agua que aquélla estrictamente necesaria para obtenerse un concreto plástico y trabajable. Incluso, la cantidad de agua usada es normalmente mayor que la necesaria para la hidratación completa del cemento. Aproximadamente se necesitan 0.4 gramos de agua por gramo de cemento para la hidratación completa del cemento (COPELAT, 1962)

Sin embargo, la hidratación completa es rara en los concretos de las obras, debido a una falta de humedad y al largo periodo de tiempo (décadas) que se requiere para obtener la hidratación total. El conocimiento de la cantidad de calor liberado por la hidratación del cemento puede ser útil para el planeamiento de la construcción. En invierno, el calor de hidratación va a ayudar a proteger el concreto contra los daños causados por las temperaturas muy bajas. Sin embargo, el calor puede ser perjudicial, como por ejemplo en estructuras masivas, tales como las presas, pues puede producir temperaturas diferenciales indeseables. El conocimiento de la velocidad de reacción entre el cemento y el agua es importante porque determina el tiempo de fraguado y endurecimiento. La reacción inicial debe ser suficientemente lenta para que haya tiempo para transportar y colocar el concreto. Una vez que el concreto ha sido colocado y acabado, es deseable un endurecimiento rápido. El yeso, que se añade en el molino de cemento cuando al molerse el clínker, actúa como un regulador del fraguado inicial del cemento portland. La finura del cemento, aditivos, cantidad de agua adicionada y temperatura de los materiales en el momento de la mezcla son otros factores que influyen la tasa de hidratación. Las propiedades de fraguado de mezclas de concreto en diferentes temperaturas. (COPELAT, 1962)

Resistencia está definida como el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un material que falla debido al fracturamiento se puede definir en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los materiales que no se rompen en la compresión se define como la cantidad de esfuerzo necesario para deformar el material una cantidad arbitraria. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión. (JUAREZ, 2005)

La resistencia como al proceso de hidratación desde el momento en que los granos del cemento inician comienzan las reacciones de endurecimiento, que se manifiestan inicialmente con el “atiesamiento” del fraguado y continúan luego con una evidente ganancia de resistencias, al principio de forma rápida y disminuyendo la velocidad a medida que transcurre el tiempo. . (JUAREZ, 2005)

Durabilidad: La durabilidad como la capacidad para soportar, durante la vida útil para la que ha sido proyectada, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesta, y que podrían llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural. Los factores fundamentales desde el punto de vista de la durabilidad, son el transporte simultáneo del calor, humedad y sustancias químicas.

Permeabilidad: La permeabilidad como la propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y el aire y es una de las cualidades más importantes que han de considerarse. La permeabilidad es la capacidad que poseen las rocas, el suelo y otras sustancias porosas de permitir el ingreso de fluidos en ellas. Existen muchos factores que afectan la permeabilidad. La porosidad, que es el porcentaje de espacio vacío que contiene un sólido, determina la cantidad de espacio que tienen los líquidos para fluir en el sólido. Pero el tamaño y la forma de los poros también son importante. . (JUAREZ, 2005)

Comportamientos de la resistencia mecánica del concreto: El concreto es una masa endurecida que por su propia naturaleza es discontinua y heterogénea. Las propiedades de cualquier sistema heterogéneo dependen de las características físicas y químicas de los materiales que lo componen y de las interacciones entre ellos. Con base en lo anterior, la resistencia del concreto depende principalmente de la resistencia e interacción de sus fases constituyentes: La resistencia de la pasta hidratada y endurecida (matriz), la resistencia de las partículas del agregado y la resistencia de la interface matriz-agregado. (JUAREZ, 2005)

Factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto: los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: el contenido de cemento, el cemento es el material más activo de la mezcla de concreto, por tanto, sus características y sobre todo su contenido (proporción) dentro de la mezcla tienen una

gran influencia en la resistencia del concreto a cualquier edad. A mayor contenido de cemento se puede obtener una mayor resistencia y a menor contenido la resistencia del concreto va a ser menor. (Osorio, j. 2013)

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: la relación agua-cemento y contenido de aire, Abrams formuló la conocida “Ley de Abrams”, según la cual, para los mismos materiales y condiciones de ensayo, la resistencia del concreto completamente compactado, a una edad dada, es inversamente proporcional a la relación agua-cemento. Este es el factor más importante en la resistencia del concreto: Relación agua-cemento = A/C , (A: Contenido de agua en la mezcla en kg, y C: Contenido de cemento en la mezcla en kg). De acuerdo con la expresión anterior, existen dos formas de que la relación agua-cemento aumente y por tanto la resistencia del concreto disminuya: aumentando la cantidad de agua de la mezcla o disminuyendo la cantidad de cemento. Esto es muy importante tenerlo en cuenta, ya que en la práctica se puede alterar la relación agua-cemento por adiciones de agua después de mezclado el concreto con el fin de restablecer asentamiento o aumentar el tiempo de manejabilidad, lo cual va en decrecimiento de la resistencia del concreto y por tanto esta práctica debe evitarse para garantizar la resistencia para la cual el concreto fue diseñado. También se debe tener en cuenta si el concreto va a llevar aire incluido (naturalmente atrapado más incorporado), debido a que el contenido de aire reduce la resistencia del concreto, por lo tanto para que el concreto con aire incluido obtenga la misma resistencia debe tener una relación agua-cemento más baja. . (JUAREZ, 2005)

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: la Influencia de los agregados, la distribución granulométrica juega un papel importante en la resistencia del concreto, ya que si esta es continua permite la máxima capacidad del concreto en estado fresco y una mayor densidad en estado endurecido, lo que se traduce en una mayor resistencia. La forma y textura de los agregados también influyen. Agregados de forma cúbica y rugosa permiten mayor adherencia de la interfase matriz-agregado respecto de los agregados redondeados y lisos, aumentando la resistencia del concreto. Sin embargo, este efecto se compensa debido a que los primeros requieren mayor contenido de agua que los segundos para obtener la misma manejabilidad. La resistencia y rigidez de las partículas del agregado también influyen en la resistencia del concreto. (JUAREZ, 2005)

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: el tamaño máximo del agregado recientes investigaciones sobre la influencia del tamaño máximo del agregado en la resistencia del concreto concluyen lo siguiente: Para concretos de alta resistencia, mientras mayor sea la resistencia requerida, menor debe ser el tamaño del agregado para que la eficiencia del cemento sea mayor. Para concretos de resistencia intermedia y baja, mientras mayor sea el tamaño del agregado, mayor es la eficiencia del cemento. En términos de relación agua-cemento, cuando esta es más baja, la diferencia en resistencia del concreto con tamaños máximos, menores o mayores es más pronunciada. . (JUAREZ, 2005)

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: Fraguado del concreto, es factor que afecta la resistencia del concreto es la velocidad de endurecimiento que presenta la mezcla al pasar del estado plástico al estado endurecido, es decir el tiempo de fraguado. Por tanto, es muy importante su determinación. (JUAREZ, 2005)

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: Edad del concreto, a partir del momento en que se presenta el fraguado final del concreto, comienza realmente el proceso de adquisición de resistencia, el cual va aumentando con el tiempo. Con el fin de que la resistencia del concreto sea un parámetro que caracterice sus propiedades mecánicas, se ha escogido arbitrariamente la edad de 28 días como la edad en la que se debe especificar el valor de resistencia del concreto. Se debe tener en cuenta que las mezclas de concreto con menor relación agua- cemento aumentan de resistencia más rápidamente que las mezclas de concreto con mayor relación agua-cemento. (JUAREZ, 2005)

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: el curado del concreto, es el proceso mediante el cual se controla la pérdida de agua de la masa de concreto por efecto de la temperatura, sol, viento, humedad relativa, para garantizar la completa hidratación de los granos de cemento y por tanto garantizar la resistencia final del concreto. El objeto del curado es mantener tan saturado como sea posible el concreto para permitir la total hidratación del cemento; pues si está no se completa la resistencia final del concretos se disminuirá. (JUAREZ, 2005)

Los factores que influyen en la resistencia mecánica del concreto, como: la temperatura, es otro de los factores externos que afecta la resistencia del concreto, y su incidencia es la siguiente: Durante el proceso de curado, temperaturas más altas aceleran las reacciones químicas de la hidratación aumentando la resistencia del concreto a edades tempranas, sin producir efectos negativos en la resistencia posterior. Temperaturas muy altas durante los procesos de colocación y fraguado del concreto incrementan la resistencia a muy temprana edad, pero afectan negativamente la resistencia a edades posteriores, especialmente después de los 7 días, debido a que se da una hidratación superficial de los granos de cemento que producen una estructura físicamente más pobre y porosa. (JUAREZ, 2005)

Operacionalización de variable:

Tabla 1
Variable dependiente

| variable | definición conceptual | definición operacional | dimensiones | indicador |
|--------------------------|---|--|--|-----------|
| Resistencia del concreto | La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad. Rivva, L.(2014) | La resistencia a la compresión de testigos cilíndricos es una prueba que consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se | Carga Axial: fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural Tiempo de Curado: parte vital que se le debe brindar al concreto luego del vaciado y acabado del mismo. Área: diámetro de las probetas cilíndricas las cuales serán sometidas a | Kg/cm2 |

| | | | |
|--|---|-------------------------------------|-------------|
| | determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de este. (MTC E 704-2000) | compresión completar ruptura. | hasta la |
|--|---|-------------------------------------|-------------|

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2

Variable independiente

| variable | definición conceptual | definición operacional | dimensiones | indicador |
|-----------------------------------|---|--|--|--|
| Ceniza de hoja de espino | Consiste en proporcionar y hacer masada de prueba, basadas en un control de la relación agua- cemento y tomando en cuenta los factores que afectan al concreto resultante (cemento, graduación y propiedades del agregado, etc.). Las propiedades del concreto se comprueban prácticamente y pueden hacerse (NTP, 400.037) | Sustitución de un porcentaje de cemento por ceniza de hoja de espino en un 15% en comparación a un diseño convencional de un concreto f'c = 210 kg/cm ² (NTP, 400.037) Se medirá en kg/cm ² | Dosificación: implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen el concreto, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas con la sustitución del 15% de cemento por ceniza de hojas de espino Relación agua/cemento: influye grandemente en la resistencia del concreto. | Porcentajes: 0% y 15% Variación Promedios |

Fuente: Fuente propia

En la investigación se formuló la siguiente hipótesis: La sustitución del cemento en un 15% por la ceniza de hoja de espino “acacia macracantha” alcanzaron a aumentar la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

El objetivo general que se planteó para la investigación fue: Determinar la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución en un 15% de cemento por ceniza de hoja de espino.

Para ello sus objetivos específicos que se determinó fueron: Determinar la temperatura y tiempo óptimo de calcinación del material mediante el ensayo de Análisis Térmico Diferencial.

Activar térmicamente los precursores puzolánicos de la ceniza de hoja de espino, determinar la composición química de la ceniza de hoja de espino mediante la fluorescencia de rayos x FRX en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Determinar la alcalinidad (pH) de la ceniza de la hoja de espino y de la combinación del cemento y 15% por ceniza de hoja de espino.

Determinar la relación A/C de la muestra patrón y experimental.





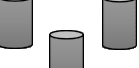

Determinar el grado de relación y variación de la resistencia a la compresión de las probetas patrón y experimentales a los 7, 14 y 28 días de curado.

METODOLOGÍA DEL TRABAJO

La tesis que se desarrollo fue experimental, porque se ha visto los resultados, cómo se nota el cambio o varía la resistencia a la compresión de probetas cuando se sustituyó un porcentaje del cemento por la sustitución de ceniza de la hoja de espino.

Este proceso se ha desarrollado en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro porque nuestro ensayo se ha hecho experimental lo cual permitió obtener resultados que ha permitido tomar en cuenta el comportamiento de cada probeta de concreto.

Tabla 3
Método para resistencia de concreto.

| RESISTENCIA DEL CONCRETO CON PROCENTAJE DE | | |
|---|---|---|
| CENIZA DE LA HOJA DE ESPINO | | |
| DÍAS DE CURADO | 0% | 15% |
| 7 |  |  |
| 14 |  |  |
| 28 |  |  |

Fuente: elaboración propia

La población está conformada por el conjunto de probetas de concreto que se elaboró en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP lo cual se tuvo en cuenta la Normas Técnicas Peruanas.

La muestra trabajada fue de 18 probetas de concreto, 9 sin sustitución de cemento, 9 con sustitución de cemento en 15% por ceniza de la hoja de espino

El procedimiento de obtención y uso de materiales en la elaboración de las probetas fue cuidadosamente realizada. Las hojas de espino “acacia macracantha” se recolectó en el distrito de Magdalena, Departamento de Cajamarca, debido a la abundancia del material en dicho tramo de carretera y cerros aledaños, el material se

recolectó eligiendo al azar las que presentaban un color verde homogéneo (sin manchas) se llenó en sacos de yute. Posteriormente se cuarteo el material y se escogió solo la cuartas parte de ella para el proceso de calcinación, para ser llevados al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

La piedra de 3/4 y arena para el diseño de probetas se compró en la cantera Rubén Chimbote cuyo material es reconocido por ser un excelente material en la Región Ancash. El material se trasladó en sacos de polietileno al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro, el cemento tipo I se ha utilizado para este experimento.

Tabla 4
Técnicas e instrumentos

| Técnicas de Recolección de Información | Instrumento |
|--|---|
| La Observación científica | La guía de observación Resumen. Fichas técnicas del laboratorio de las pruebas a realizar (ver anexo) |

Fuente: Fuente propia

Se aplicó como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se puso por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento. Para ello se utilizó como instrumento una guía de observación resumen porque permitió elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

Para el procesamiento y elaboración de concreto se requirieron los materiales y equipos de laboratorio, en primer lugar, la recolección de la materia prima fue extraída del distrito de Magdalena, Departamento de Cajamarca.

Se realizó el análisis químico de los materiales estudiados, en el caso de la hoja de espino, se extrajo el material para posterior lavarlo y secarlo a temperatura ambiente y a cielo abierto, tomando una muestra se procedió a la trituration en un mortero para obtener una muestra de 10gr y se realizó el análisis térmico diferencial, para obtener la temperatura de calcinación de la hoja de espino y activarlo térmicamente.

Se realizó el análisis químico de los material estudiados, en el caso de la hoja de espino, teniendo el material seco se procedió al Prequemado a cielo abierto con la finalidad de eliminar el carbono y obtener las cenizas de la hoja de espino activadas térmicamente en la mufla del laboratorio de Metalurgia de la UNT a temperatura de 600°C con un tiempo de 2 horas, además se activó mecánicamente tamizándolo por la malla N° 200 y se tomó una muestra de 30 gr del cual se realizó el análisis de composición química en el laboratorio Labicer de la Universidad Nacional de Ingeniería. El análisis de Fluorescencia de Rayos X determinó el porcentaje de óxidos para poder evaluar como influenció en la resistencia del concreto.

Ya teniendo los materiales activados térmica y mecánicamente, se determinó el grado de alcalinidad (PH) del cemento, ceniza de la hoja de espino y sus combinaciones para sustitución al 15%, el ensayo se realizó en el laboratorio de metalurgia de la Universidad Nacional de Trujillo.

Para los agregados se determinó la granulometría de los agregados finos y gruesos (arena y piedra) según la norma ASTM C 136; NPT 400.012.

Se halló la Absorción y contenido de humedad de los agregados fino y grueso según Norma ASTM C-556 / NTP 339.185.

Determinamos las características de los agregados fino y grueso, especificadas según la norma ASTM C33/ NPT 400.037.

El Peso específico y absorción según Norma ASTM C-128 / NTP 400.022 y la densidad aparente y contenido de vacíos según norma ASTM C-29 / NTP 400. 017.

Determinamos el cálculo de dosificación para el Diseño de Mezcla de las probetas de concreto con 0% de sustitución.

Con el diseño de concreto con 0% de sustitución, se obtuvo la dosificación en donde se necesitó de cemento 1.65 kg para cada probeta. Partiendo de esto se calculó la cantidad de hojas de espino necesaria.

Determinamos la cantidad de hojas de espino utilizando la regla de tres simple, para 1kg de hoja de espino se obtuvo 270gr de ceniza activa de hojas de espino, y para el

diseño de mezcla experimental se necesitó 2.5kg de ceniza activada de espino, de esta forma se determinó que se necesita 10kg de hoja de espino en su estado natural.

Después se determinó el diseño del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ con sustitución de 15% de cemento por ceniza de hoja de espino, se procedió a calcinar la hoja de espino necesaria para las 9 probetas de concreto experimental.

Una vez que se obtuvo las proporciones de los dos diseños (patrón y experimental), se elaboró la mezcla, y con el slump se comprobó que esté de acuerdo a la norma.

Después de llenado se desencoformó a las 24 horas y se señaló las probetas para poder distinguir de los experimentales.

Antes que se realizara el curado de las probetas de concreto patrón y experimentales se pesó en una balanza electrónica y también se midió, esto se hace para tener sus datos reales.

Se dejó a curar las probetas por un periodo de 7, 14 y 28 días, luego se realizó el ensayo de compresión para dichas edades.

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro, dichos ensayos se desarrollaron paso por paso.

RESULTADOS

Del Análisis térmico diferencial

Se puede observar que en el análisis térmico diferencial nos muestra en el gráfico de curva calorimétrica (ver anexo n°13) que nuestro material pasa por etapas.

Primera etapa, empieza a los 150°C luego a 250°C y posteriormente un ligero pico endotérmico a 750°C lo que demuestra gran posibilidad de existir algún cambio estructural del material. Teniendo en cuenta lo antes mencionado la temperatura ideal para calcinar a la hoja de espino es de 600°C por espacio de dos horas, ensayos que se realizó en el laboratorio de polímeros en la universidad nacional de Trujillo.

Resultados de cantidad de la ceniza antes y después de la calcinación.

Tabla 5
Cantidad de hoja de espino antes y después de la calcinación

| Descripción | Proceso | Temperatura (C°) | Tiempo (horas) | Peso inicial (Kg) | Peso final (Kg) |
|----------------|-------------|------------------|----------------|-------------------|-----------------|
| Hoja de espino | Calcinación | 600 | 2 | 1.00 | 0.270 |

Fuente: elaboración propia.

Después de la calcinación de la hoja de espino a una temperatura de 600°C, temperatura que fue determinado por Análisis Térmico Diferencial en la Universidad Nacional de Trujillo. La cantidad de masa que queda para la experimentación es casi un cuarto respecto a la hoja antes de la calcinación.

Por lo que se deberá considerar que solo se recupera la cuarta parte de un peso total de hoja de espino. Considerar esta relación de hoja de espino antes y después de la calcinación para calcular las cantidades a utilizar en los diversos ensayos de las 9 probetas experimentales.

Composición química de la ceniza de hoja de espino método (espectrometría de fluorescencia de rayos x)

Tabla 6

Florescencia de rayos x de ceniza de hoja de espino

| COMPOSICION QUIMICA | RESULTADO (%) |
|---------------------|---------------|
| (CaO) | 65.701% |
| (Al2O3) | 14.842% |
| (K2O) | 9.585% |
| (SiO2) | 5.831% |
| (SO2) | 1.855% |
| (ClO2) | 1.279% |
| (Fe2O3) | 0.452% |
| (BaO) | 0.045% |
| (TiO2) | 0.044% |
| (SrO) | 0.032% |
| (ZnO) | 0.023% |
| (MnO) | 0.017% |
| (ZrO2) | 0.013% |
| (As2O3) | 0.010% |
| (CuO) | 0.009% |
| (Y2O3) | 0.008% |
| (Rb2O) | 0.005% |
| (Ni2O3) | 0.005% |
| TOTAL | 100.000% |

Fuente: Elaboración de la Universidad San Marcos

Los análisis de espectrometría de fluorescencia de rayos X a la ceniza de hoja de espino muestran que el componente químico más abundante es el óxido de calcio (CaO) 65.701 %, luego el óxido de aluminio(Al2O3) 14.842%.

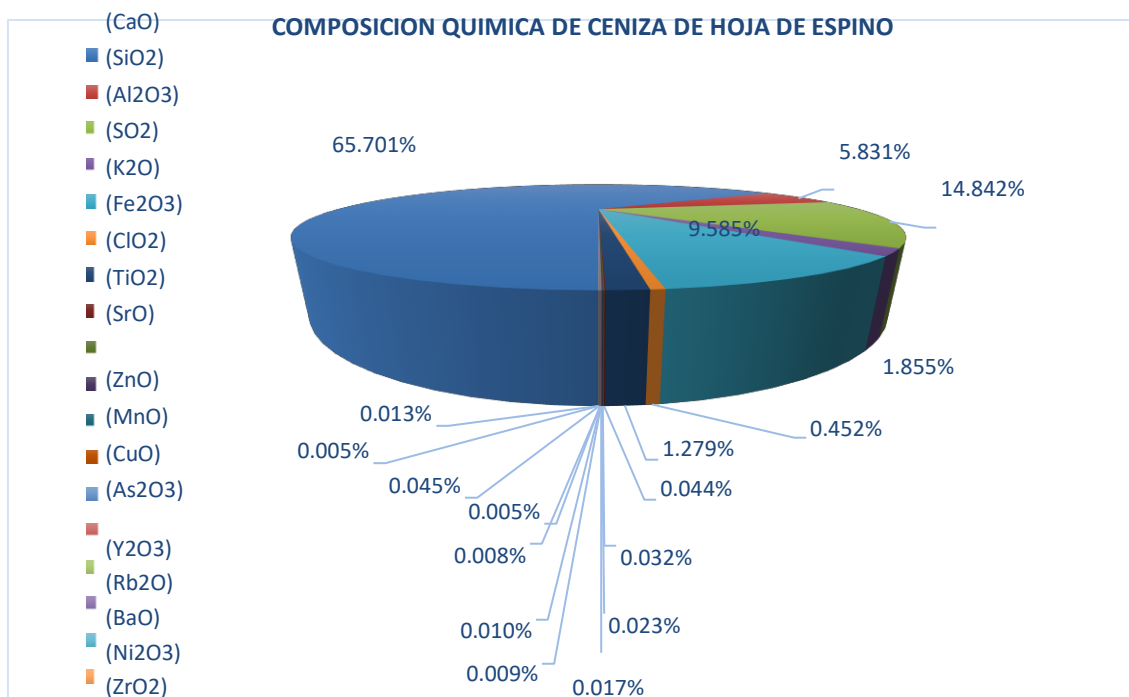


Figura 1: Composición Química de la ceniza de hoja de espino.

Tabla 7
Florescencia de rayos x de cemento tipo I y ceniza de hoja de espino en 15%

| COMPOSICION QUIMICA | RESULTADO (%) |
|-----------------------------------|-----------------|
| (CaO) | 53.594% |
| (SiO ₂) | 25.164% |
| (Al ₂ O ₃) | 12.382% |
| (SO ₂) | 3.511% |
| (K ₂ O) | 2.558% |
| (Fe ₂ O ₃) | 2.194% |
| (ClO ₂) | 0.267% |
| (TiO ₂) | 0.125% |
| (SrO) | 0.117% |
| (ZnO) | 0.036% |
| (MnO) | 0.028% |
| (CuO) | 0.012% |
| (As ₂ O ₃) | 0.005% |
| (Y ₂ O ₃) | 0.003% |
| (Cr ₂ O ₃) | 0.002% |
| (Ni ₂ O ₃) | 0.001% |
| (ZrO ₂) | 0.001% |
| TOTAL | 100.000% |

Fuente: Elaboración de la Universidad San Marcos

**COMPOSICION QUIMICA DE CENIZA DE HOJA DE
ESPINO + CEMENTO TIPO I**

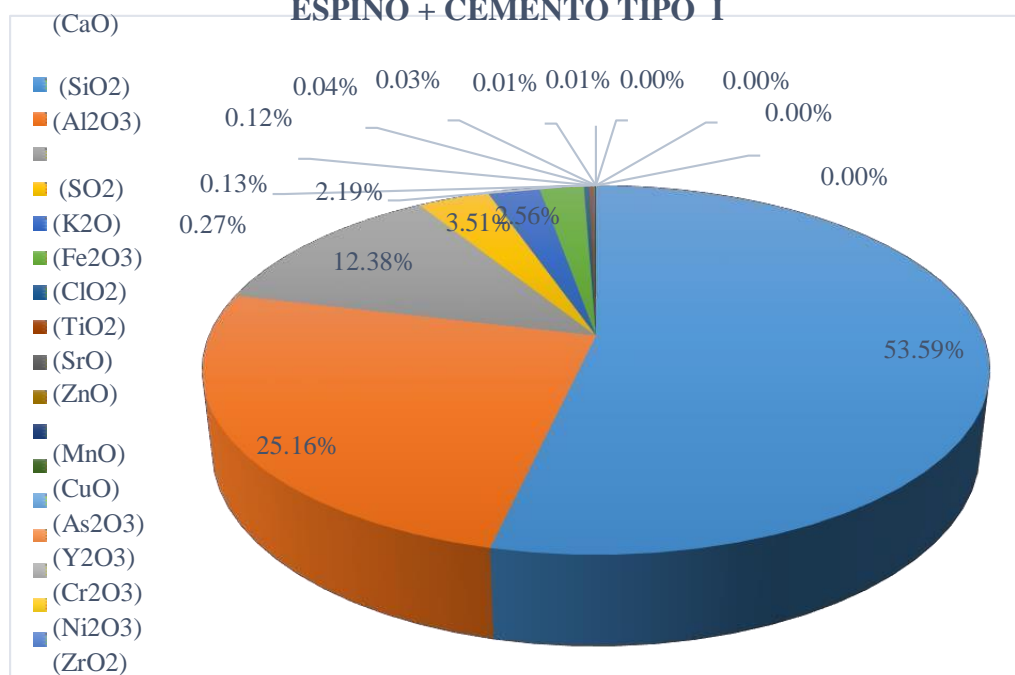


Figura 2: Composición Química de la ceniza de hoja de espino 15% sustituido al cemento.

Los análisis de espectrometría de fluorescencia a la combinación de: ceniza de hoja de espino sustituido en 15% al cemento, registran que el componente químico más abundante es el Óxido de Calcio (CaO) 53.594 % y el Dióxido de Silicio (SiO₂) 25.164%, los cuales son los componentes principales puzolánicos para el cemento y así aumentar la resistencia del concreto. 29

Potencial hidrógeno

Tabla N°8

PH del cemento, ceniza de hoja de espinos y su combinación de ambos

| Muestra | pH |
|---|------|
| Cemento | 12.3 |
| Ceniza de hoja de espinos | 10.7 |
| 85% cemento + 15% ceniza de hoja de espinos | 11.4 |

Fuente: Elaboración del laboratorio de polímeros de la UNT

Determinamos que con los análisis de potencial hidrogeno que al sustituir al cemento 15% por cenizas de hoja de espinos no causaría daño al concreto porque es un material alcalino con un pH de 10,7.

Peso específico de la ceniza de hoja de espinos y la sustitución del cemento en un 15% por ceniza de hoja de espinos.

Tabla N°9

Peso específico de la ceniza de hoja de espinos y la combinación de ambos

| DESCRIPCIÓN | DATOS |
|---|-------------|
| Peso específico del cemento tipo I | 3.12 |
| 85% cemento + 15% ceniza de hoja de espinos | 3.13 |
| 85% cemento + 15% ceniza de hoja de espinos | 3.23 |
| Ceniza de hoja de espinos | 2.88 |
| n=cant. D dato | 3 |
| (Xp)=promedio | 3.16 |
| Varianza | 0.0037 |
| Desviación estandar (S) | 0.060827625 |
| Porcentaje de dispersión | 1.92% |

Fuente: Elaboración del laboratorio de mecánica de suelos - USP.

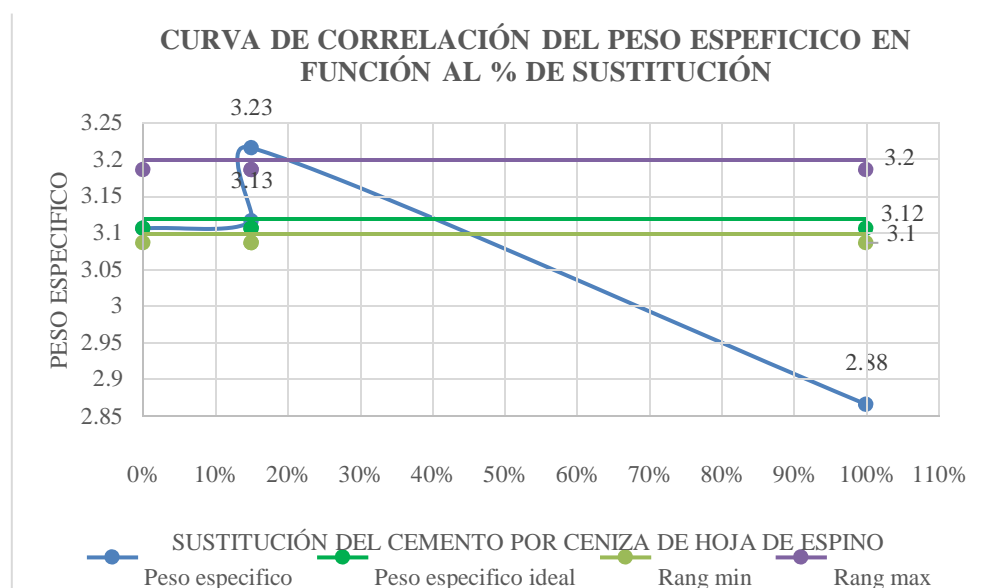


Figura 3: Curva de correlación del peso específico en función al % de sustitución.

Resultados de los diseños y Proporciones para las mezclas de concreto.

Se realizó diseños de mezclas de concreto convencional con una resistencia deseada de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, a los 7, 14, 28 días. El cual se muestra a continuación.

Tabla N°10
Propiedades Físicas de los agregados para el concreto.

| Materiales y ensayo | resultados |
|---|-----------------------|
| tipo de cemento | 1 |
| P. Especifico del cemento | 3.12 |
| P. Especifico de 85% cemento +15% ceniza de hoja de espino. | 3.13 |
| Agua | potable de la zona |
| P. Especifico de la masa de agregado fino | 2.73 |
| Peso Unitario Seco Suelto de agregado fino | 1592kg/m ³ |
| Peso Unitario Seco Compactado de agregado fino | 1781kg/m ³ |
| Contenido de humedad de agregado fino | 0.41% |
| Absorción de agregado fino | 0.81% |
| Módulo de fineza de agregado fino | 2.61 |
| P. Especifico de la masa de agregado grueso | 2.73 |
| Peso Unitario Seco Suelto de agregado grueso | 1592kg/m ³ |
| Peso Unitario Seco Compactado de agregado grueso | 1781kg/m ³ |
| Contenido de humedad de agregado grueso | 0.41% |
| Absorción de agregado grueso | 0.81% |
| Módulo de fine | 2.61 |
| Tamaño máximo nominal del agregado grueso | 3/4'' |
| P. Especifico de la masa del agregado grueso | 2.8 |
| Peso Unitario Seco Suelto del agregado grueso | 1373kg/m ³ |
| Peso Unitario Seco Compactado del agregado grueso | 1529kg/m ³ |
| Contenido de humedad del agregado grueso | 0.54% |
| Absorción del agregado grueso | 1.13% |

Fuente: Ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos de la USP

Tabla N°11
Cantidad de material para el diseño patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

| Proporciones de agregado | cantidad |
|--------------------------|---------------------------|
| Cemento tipo I | 299.708 kg/m ³ |
| Agua efectiva | 214.294 lt/m ³ |
| Agregado Fino | 904.994 kg/m ³ |
| Agregado Grueso | 982.250 kg/m ³ |

Fuente: proporciones del diseño de mezcla en el laboratorio de mecánica de suelos de la USP

Proporción de Agregados para un metro cubico

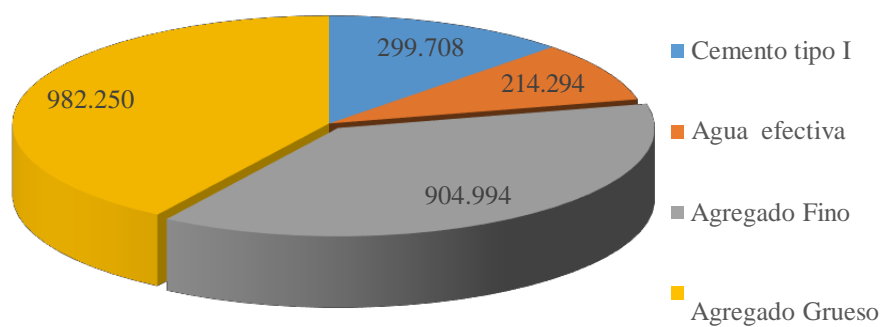


Figura 4: Proporciones de los materiales según diseño de mezcla patrón.

Tabla N°12
Cantidad de material para el diseño experimental $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

| Proporciones de agregado | cantida | |
|------------------------------|---------|-------------------|
| 85% Cemento | 254.750 | kg/m ³ |
| 15% Ceniza de hoja de espino | 44.956 | kg/m ³ |
| Agua efectiva | 214.290 | lt/m ³ |
| Agregado Fino | 904.990 | kg/m ³ |
| Agregado Grueso | 982.250 | kg/m ³ |

Fuente: proporciones del diseño de mezcla en el laboratorio de
mecánica de suelos de la USP

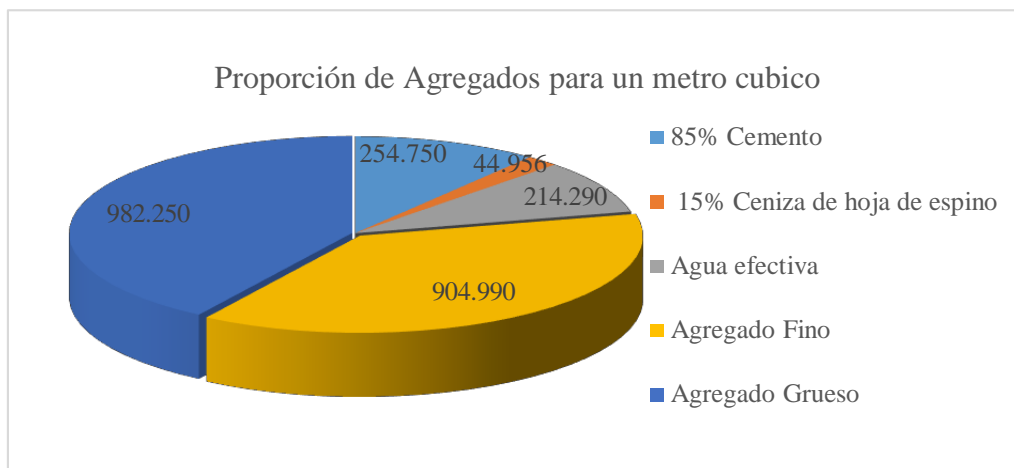


Figura 5: Proporciones de los materiales según diseño de mezcla experimental.

Tabla 13
Resultado de ensayo a compresión axial del concreto endurecido diseño patrón

| N° de muestra | N° Días (edades) | f'csu | Diam. (φ) | Carga | kg/cm² | % FOML |
|---------------|------------------|-------|-----------|-------|--------|--------|
| M1 | 7 | 13.65 | 15.20 | 28610 | 157.64 | 75.42 |
| M2 | | 13.60 | 15.15 | 29550 | 163.94 | |
| M3 | | 13.75 | 15.20 | 27860 | 153.54 | |
| M4 | | 13.75 | 15.20 | 36410 | 200.65 | |
| M5 | 14 | 13.60 | 15.15 | 35290 | 195.77 | 93.68 |
| M6 | | 13.80 | 15.20 | 35160 | 193.76 | |
| M7 | | 13.65 | 15.25 | 38050 | 208.31 | |
| M8 | 28 | 13.80 | 15.15 | 39180 | 217.33 | 101.98 |
| M9 | | 13.60 | 15.20 | 39350 | 216.85 | |

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos USP

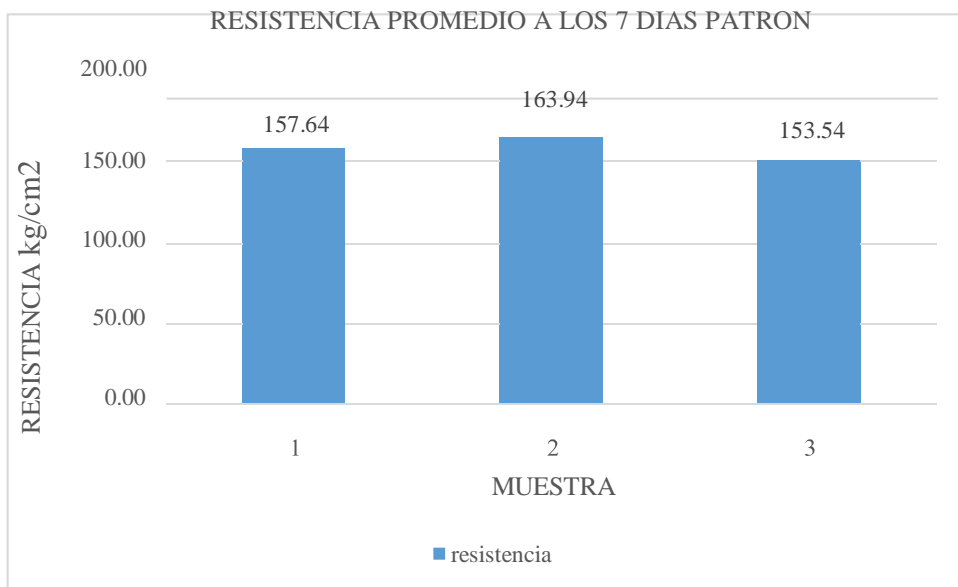


Figura 6: Representación de las resistencias a la compresión patrón en 7 días.

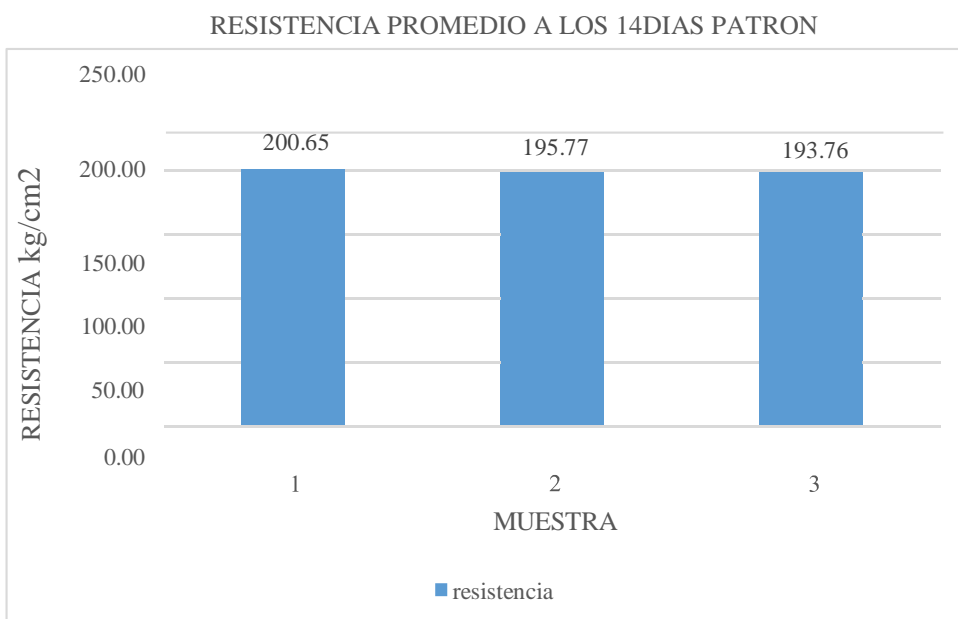


Figura 7: Representación de las resistencias a la compresión patrón en 14 días.



Figura 8: Representación de las resistencias a la compresión patrón en 28 días.

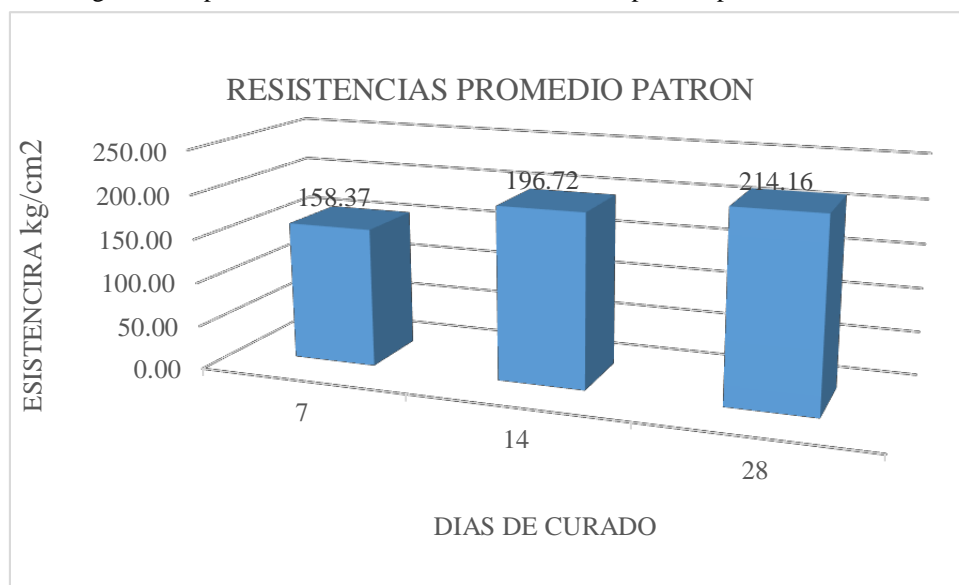


Figura 9: Representación de las resistencias promedios patrón en porcentaje.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión patrón, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio 158.37 kg/cm², a los 14 y 28 días incremento a 196.72 kg/cm² y 214.16 kg/cm² respectivamente.

Tabla 14**Resultado de ensayo a compresión axial del concreto endurecido diseño experimental**

| N° de muestra | N° Dias (edades) | Peso | Diam. (ø) | Carga | Kg/Cm2 | Prom. |
|---------------|------------------|-------|-----------|-------|--------|--------|
| M1 | 7 | 13.65 | 15.20 | 32230 | 176.46 | 81.74 |
| M2 | | 13.60 | 15.15 | 31120 | 172.62 | |
| M3 | | 13.75 | 15.20 | 30100 | 165.88 | |
| M4 | | 13.75 | 15.20 | 36410 | 200.65 | |
| M5 | 14 | 13.60 | 15.15 | 34830 | 193.21 | 91.66 |
| M6 | | 13.80 | 15.20 | 33320 | 183.63 | |
| M7 | | 13.65 | 15.25 | 40050 | 219.26 | |
| M8 | 28 | 13.80 | 15.15 | 42170 | 233.93 | 107.84 |
| M9 | | 13.60 | 15.20 | 41040 | 226.18 | |

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos USP



Figura 10: Representación de las resistencias a la compresión experimental en 7 días.

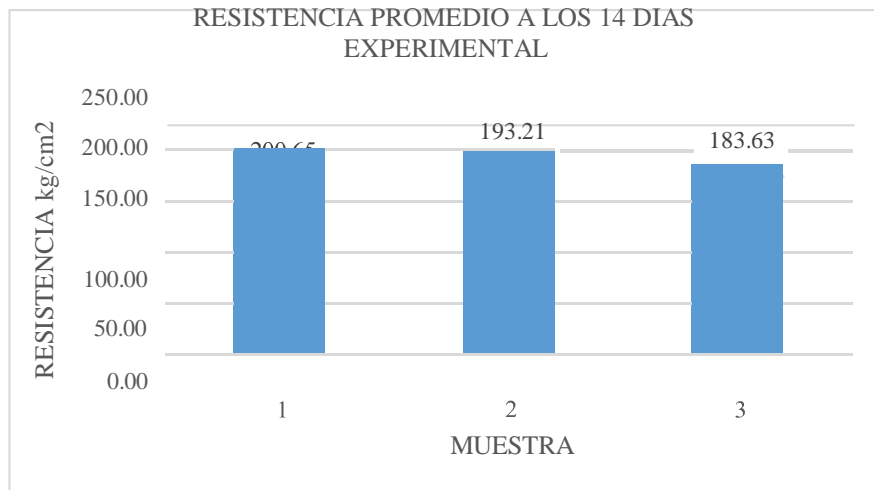


Figura 11: Representación de las resistencias a la compresión experimental en 14 días.



Figura 12: Representación de las resistencias a la compresión experimental en 28 días.

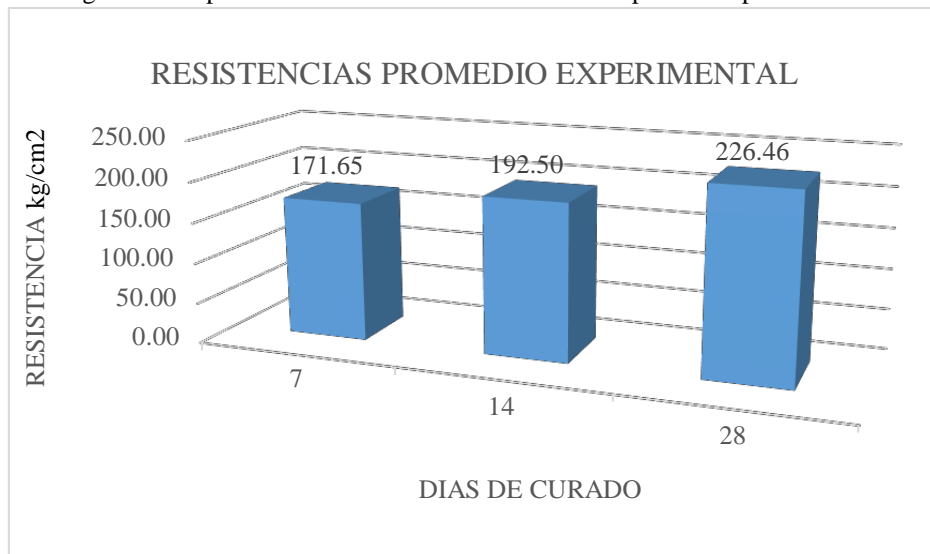


Figura 13: Representación de las resistencias experimentales promedios en porcentaje.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión patrón, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio 171.65 kg/cm². Asimismo, podemos ver que los resultados registrados a los 14 y 28 días incremento a 192.50 kg/cm² y 226.40 kg/cm². Estos resultados se obtuvieron del diseño de mezcla obtenido en los laboratorios de la Universidad San Pedro fueron bien elaborados.

Tabla 15
Resultado de ensayo a compresión axial del concreto comparando

| Días | Patrón (kg/cm ²) | Experimental (kg/cm ²) |
|------|------------------------------|------------------------------------|
| 7 | 158.37 | 171.65 |
| 14 | 196.72 | 192.50 |
| 28 | 214.16 | 226.46 |

Fuente: Elaboración propia.

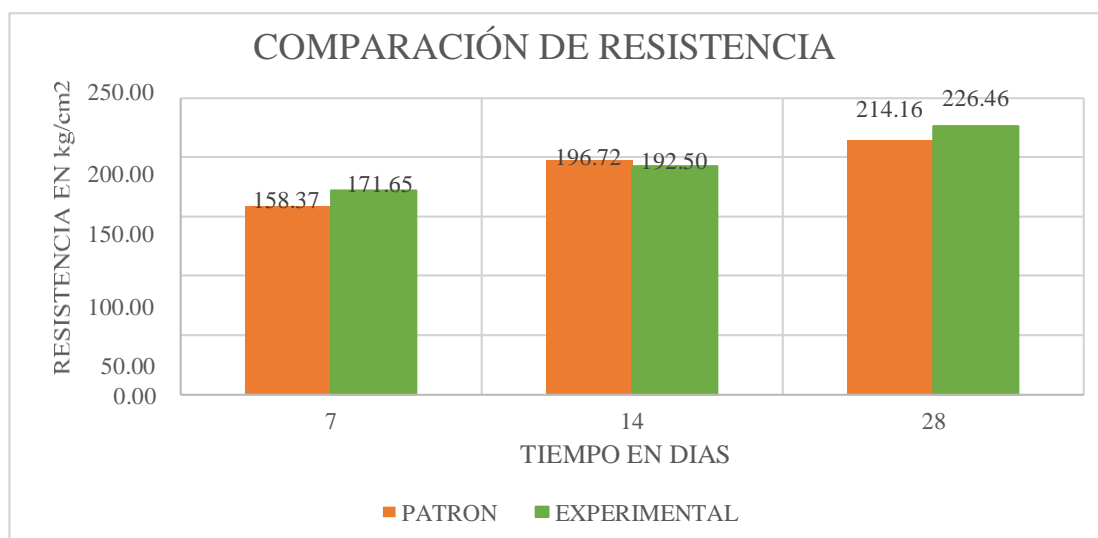


Figura 14: Representación de las resistencias a la compresión.

Se registra que a los 7 días del diseño patrón, alcanzó una resistencia promedio 158.37 kg/cm². Asimismo, podemos ver que los resultados a los 7 días del diseño experimental aumento + el 6.32%. Así mismo pasó para los 28 días, el concreto experimental aumento en 5.85%, mientras que para los 14 días no le supero al concreto Patrón por el contrario su resistencia fue -2.01% de concreto patrón.

Tabla 16

Resistencias a la compresión de las probetas de concreto con una sustitución de cemento por un porcentaje de ceniza de hoja de Espino, según días de curado.

| Días de curado | Resistencia de concreto con sustitución de cemento por ceniza de hoja de Espino | |
|----------------|---|--------|
| | Patrón | 15% |
| 7 | 158,37 | 171,65 |
| 14 | 196,72 | 192,50 |
| 28 | 214,16 | 226.46 |

Fuente: Resultados de las ensayos del laboratorio de la USP

se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las probetas son mayores a los 28 días de curado y menores resistencias de presenta a los 7 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk ($p>0.05$ para el patrón y el experimental) y homogeneidad de varianzas (Contraste de Levene, con $p=0.916$ y $p>0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las probetas para cada tratamiento (sustitución de cemento por ceniza

de hoja de Espino) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla 17

Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las Resistencias a la compresión de las probetas.

| Origen | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig |
|------------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Sustitución de cemento | 76,042 | 1 | 76,042 | 1,573 | ,336 |
| Días de curado | 3063,160 | 2 | 1531,580 | 31,681 | ,031 |
| Error | 96,687 | 2 | 48,343 | | |
| Total | 3235,888 | 5 | | | |

Fuente: Resultados de las ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla 15 se puede visualizar que para las sustitución del cemento por ceniza de hoja de Espino el $p\text{-value} > \alpha$ ($0.336 > 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis nula (H_0 : Resistencias medias iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm² logradas en las probetas, con sustitución de cemento por ceniza de hoja de Espino (Patrón y 15%) no son diferentes.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($0.000 < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas son diferentes a consecuencias de los días de curado.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El análisis térmico diferencial nos indique la temperatura de calcinación de la muestra, empieza con una pérdida de masa que en general es pérdida de agua, con el paso de tiempo la temperatura aumenta y se producen los óxidos, el ensayo nos permite visualizar a que temperatura es la calcinación de la ceniza y el momento donde se están produciendo sus óxidos que serán favorables para aumentar la resistencia a la compresión del diseño experimental, se observa en la curva calorimétrica una gran posibilidad de existir algún cambio estructural del material a 750°C, momento donde se produce la obtención de óxidos, teniendo en cuenta lo antes mencionado la temperatura para calcinar a la hoja de espinos es de 750°C por espacio de dos horas.

Realizando una comparación de la composición química del cemento tipo I con el nuevo análisis de fluorescencia de rayos X realizado a la mezcla de ceniza de hoja de espinos y cemento tipo I, se obtiene óxido de calcio (CaO) 53.594% que está por debajo de lo que se necesita para un cemento tipo I el cual debería estar entre 61% - 67% , no influirá positivamente en el concreto al calor de la hidratación y a obtener resistencias tempranas, en cuanto a los álcalis encontramos al K_2O que contiene un 2.558% en comparación al cemento tipo I que debe tener 0.25 % - 1.5 % esto puede producir expansión y agrietamientos irregulares en el concreto, en cuanto a óxido de sílice (SiO_2) tenemos 25.164% que está por encima del rango establecido de 20 % - 27 % que contiene el cemento tipo I esto ocasionará que haya una mejora considerable en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido y en la ganancia a largo plazo de los niveles de resistencia mecánica a la compresión. Por su parte la ceniza de hoja de espinos contiene alto contenido de Óxido de calcio (Ca) 65.701% lo encontramos en mayor porcentaje lo cual influye positivamente en el concreto al calor de la hidratación del concreto y el dióxido de silicio (SiO_2) 5.831%, es un componente de posible hidratación lenta que proporciona una ganancia gradual de resistencia.

Tabla N° 18

| Porcentajes de materias primas principales del cemento tipo I | |
|--|----------------|
| Compuestos | Porcentajes |
| CaO | 61 % - 67 % |
| SiO₂ | 20 % - 27 % |
| Al₂O₃ | 4 % - 7 % |
| Fe₂O₃ | 2 % - 4 % |
| SO₃ | 1 % - 3 % |
| MgO | 1 % - 5 % |
| K₂O y Na₂O | 0.25 % - 1.5 % |

Con respecto al pH, la ceniza de hoja de espino tubo un valor de 10.7 y la mezcla de ceniza de hoja de espino y cemento tipo I sustituido en 15% alcanza un valor de 11.4, este es el valor que se obtiene en el concreto al estar en un ambiente alcalino de esta forma este valor de pH protege al acero de refuerzo debido a la formación de una capa de óxido sobre la superficie del acero que permanece estable en un ambiente alcalino, si en caso está por debajo de 9 empieza la corrosión resultando finalmente en el agrietamiento y astillamiento del concreto.

De acuerdo al ensayo del peso específico se obtiene un valor de 2.88gr/cm³ para la ceniza de hoja de espino, 3.13 gr/cm³ y 3.23 gr/cm³ para la sustitución de ceniza de hoja de espino en un 15% por cemento tipo I, los resultados con la sustitución nos da una dispersión de 1.92% en comparación al peso específico ideal, sin embargo los resultados se encuentran en el rango de aceptación según la norma ASTM C188-95 que nos indica que debe estar entre 3.1 gr/cm³ - 3.2 gr/cm³, observamos que el porcentaje de sustitución recomendable sería menores a 49% .

Con respecto a los ensayos a la compresión en el concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días se obtiene una resistencia promedio de 101.98 % equivalente a 214.16 kg/cm², en comparación a los ensayos a la compresión en el concreto experimental con 15% de ceniza de hoja de espino a los 28 días se obtiene una resistencia promedio de 107.84 % equivalente a 226.46 kg/cm², los resultados reflejan la posibilidad de emplear el material en la elaboración de elementos estructurales para mejorar la resistencia a la compresión, se debe el aumento de la resistencia a la composición química que tiene la ceniza de hoja de espino que es similar a la del cemento tipo I por tal motivo aumenta la resistencia experimental en 5.85% en comparación al diseño patrón.

CONCLUSIONES

Según el análisis térmico diferencial la hoja de espino cambia de estado a los 750°C en un tiempo de dos horas.

De acuerdo los análisis de fluorescencia de Rayos X, la combinación del cemento tipo I y a la ceniza de hoja de espino sustituido en 15%, registran los componentes químicos como óxido de calcio (Ca) 53.594%, óxido de silicio(S) 25.164 % por otro lado el análisis realizado a la ceniza de hoja de espino registro Óxido de Calcio (Ca) 65.701%, Óxido de silicio(S) 5.831%.

El pH de la mezcla del cemento tipo I con sustitución del 15% por ceniza de hoja de espino arroja el valor de 11.4, estando en el rango de 11 – 12 establecido para los concretos.

El peso específico de la mezcla del cemento tipo I con sustitución del 15% por ceniza de hoja de espino arroja el valor de 3.23 g/cm³ y 3.13 g/cm³, teniendo un porcentaje de dispersión de 1.92% con respecto al peso específico del cemento tipo I.

Las resistencias obtenidas en los ensayos a la compresión arrojaron los siguientes resultados, para el diseño patrón a la edad de los 28 días se obtiene una resistencia promedio de 214.16 kg/cm², en cuanto al concreto experimental con 28 días se obtiene una resistencia promedio 226.46 kg/cm²., aumentando de la resistencia experimental en 5.86% en comparación al diseño patrón a la edad de 28 días.

RECOMENDACIONES

Continuar estudiando la ceniza de hoja de espino a diferentes temperaturas de calcinación y tamaños de grano más pequeños a los reportados en este trabajo, mientras más fino sea el material dará mejores resultados.

Se sugiere incrementar el porcentaje de sustitución de ceniza de hoja de espino en otras posibles investigaciones, seguir el mismo procedimiento descrito para la obtención de la nueva composición química del material a través del análisis fluorescencia de Rayos X.

En las investigaciones que se hagan con mayores porcentajes de sustitución determinar los parámetros de pH del material solo y la mezcla de cemento tipo I la ceniza de hoja de espino y compararlo con los resultados obtenidos en esta investigación.

Si bien se ha alcanzado resultados dentro el rango de las normas, durante el proceso que tiene el baño maria del ensayo es muy importante tener el control de las temperaturas en el transcurso del ensayo y ratificando la recomendación que no debe variar más de 1 °C de la temperatura inicial y la final.

Se recomienda realizar los ensayos a la compresión con un mayor tiempo de curado, a 45, 60 o 90 días y comprobar si se gana resistencia a largo plazo.

AGRADECIMIENTO

A dios por cuidarnos y protegernos durante todo el camino, por darnos fuerzas, salud, sabiduría y entendimiento para alcanzar el logro.

A nuestras familias, amigos y conocidos quienes de manera constante fueron una motivación que permitió perseverar con nuestras responsabilidades como estudiantes de nivel superior.

A mi asesor Ing. Miguel Solar Jara, guía principal del presente trabajo de investigación compartiendo de forma idónea sus conocimientos y experiencias.

Arias Pastor U.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abigail, G. (2011). *The back to basics handbook*.

Agreda, I., & Keiner, M. (2012). *Análisis de las propiedades mecánicas del mortero modificado a base de residuos industriales, para ser usado en elementos estructurales y no estructurales*. Bolívar: Universidad de Oriente Nucleo Bolívar.

Alfonso, E. D. (-). *La industria del cemento dentro de la problemática de la contaminación de la atmósfera*. España.

Copelat. (1962). *Cement gel and its specific surface*.

Farmington, H. (2005). *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-05) y comentario (ACI 318SR-05)*.

Freites, A., Osuna, M., & Rodríguez, H. (2013). *Estudio de la resistencia a compresión en mezclas de concreto*. Venezuela.

García, M., & Aguirre. (2006, 2005, 2010). *Ficus planta ornamental*.

Gonzales, M. (1962). *Tecnología del concreto diseño de mezclas*. Lima.

Icontec. (2014). *Norma técnica colombiana*. Colombia.

Juarez, B. J. (2005). *Mecánica de suelos tomo I, fundamentos de la mecánica de suelos*. México.

Laura, H. (2006). *Diseño de mezclas de concreto*. Puno.

Marquez, L., & Alejandra. (2016). *Algarrobo (Acacia macracantha)*. Islas Galápagos, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador (Google, OSM).

Molina, B. (2008). *La influencia de las propiedades del cemento Portland en hormigones con cenizas volantes*.

Ossa, M., & Jorquera, H. *. (1984). *Cementos con cenizas volantes*.

Powers, & scanlon. (1932;1994). *Efecto de la temperatura de colocación (hormigonado o puesta en obra) en el asentamiento en cono de abrams (y la trabajabilidad relativa) de dos concretos confeccionados con diferentes cementos.* (burg 1996).

Ramireza, s. (2008). *Propiedades mecanicas y microestructura de concreto conteniendo mucilago de nopal como aditivo natural* . Santa cruz xoxocotlan.

Ríos, e. (2011). *“empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (cbca) como sustituto.* Xalapa.

Rivera, G. (2010). *Agregados para morteros o concreto.*

Rivva, E. (2006). *Dirabilidad y patologia del concreto.*

Rne, m. D. (2007). *Según reglamento nacional de edificaciones.* Lima.

Romero, m., & salazar, d. (2013). *Estudio de la resistencia a compresión en mezclas de concreto,.* Venezuela.

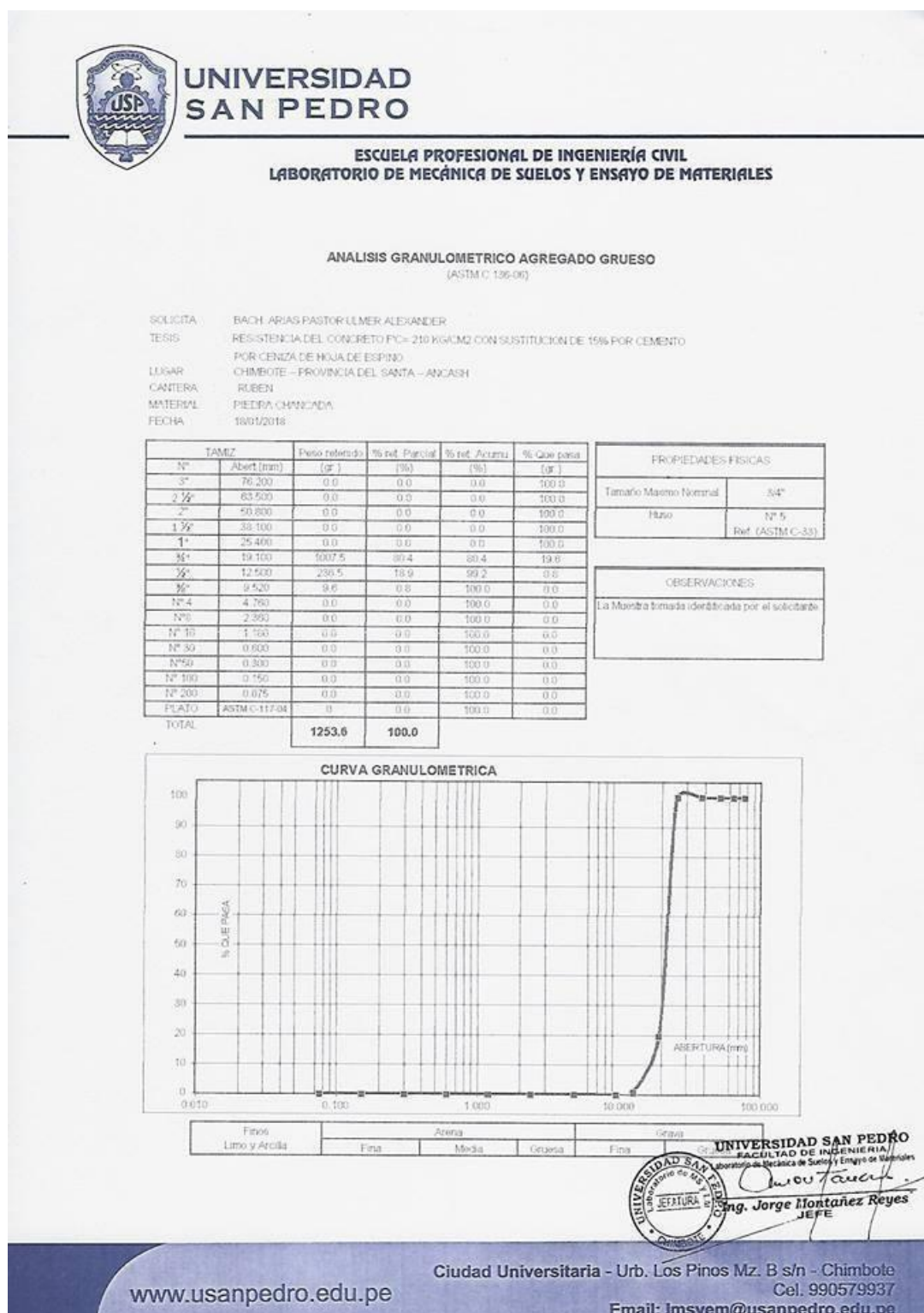
Salas, j., & castillo, p. (1986). *Empleo de cenizas de cascara de arroz.* España.

Sánchez, R. (2015). *Comportamiento mecánico de una mezcla para concreto.* Bogota.

Torre, C. (2012). *Tecnologia del concreto para residentes, supervisores y residentes, supervisores y proyectistasproyectist.* Lima.

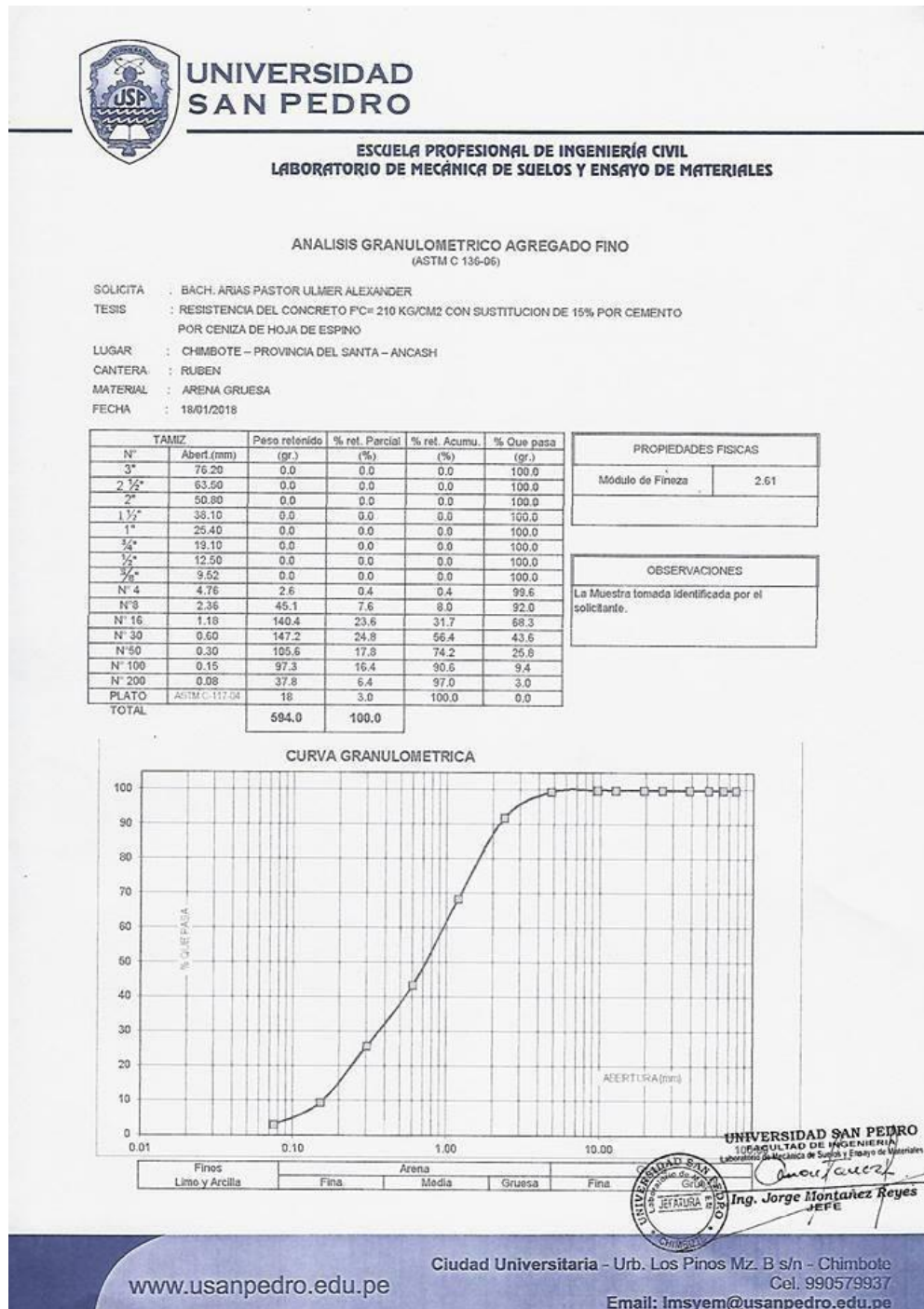
ANEXOS Y APÉNDICES

ANEXO N° 1: ANALISIS GRANULOMETRICO DELAGREGADO GRUESO




Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote

ANEXO N° 2: ANALISIS GRANULOMETRICO DELAGREGADO FINO



Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote

ANEXO N° 3: GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH: ARIAS PASTOR ULMER ALEXANDER

TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO PC= 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE 16% POR CEMENTO
POR CENIZA DE HOJA DE ESPINO.

LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH


CANtera : RUBEN

MATERIAL : PIEDRA CHANCADA

FECHA : 18/01/2018

| | | | |
|---|--|--------|--------|
| A | Peso de material saturado superficialmente seco (aire) | 794.50 | 782.40 |
| B | Peso de material saturado superficialmente seco (agua) | 514.00 | 506.20 |
| C | Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B) | 280.50 | 276.20 |
| D | Peso de material seco en estufa | 785.20 | 774.10 |
| E | Volumen de masa (C-(A-D)) | 271.20 | 267.90 |
| G | P.e. Bulk (Base Seca) D/C | 2.799 | 2.803 |
| H | P.e. Bulk (Base Saturada) A/C | 2.832 | 2.833 |
| I | P.e. Aparente (Base Seca) D/E | 2.895 | 2.890 |
| F | Absorción (%) ((D-A)/A)x100 | 1.18 | 1.07 |

| | | |
|---------------------------|---|-------|
| P.e. Bulk (Base Seca) | : | 2.801 |
| P.e. Bulk (Base Saturada) | : | 2.833 |
| P.e. Aparente (Base Seca) | : | 2.892 |
| Absorción (%) | : | 1.13 |



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote

ANEXO N° 3: GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO


**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH. ARIAS PASTOR UMER ALEXANDER
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE 15% POR CEMENTO
 POR CENIZA DE HOJA DE ESPINO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 19/01/2018

| | | | |
|---|--|--------|--------|
| A | Peso de material saturado superficialmente seco (Ase) - gr | 300.00 | 300.00 |
| B | Peso de picnómetro + agua - gr | 669.70 | 669.70 |
| C | Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B) - cm³ | 669.70 | 669.70 |
| D | Peso de picnómetro + agua + material - gr | 860.70 | 860.70 |
| E | Volumen de masa + volumen de vacíos (C+D) - cm³ | 109.00 | 109.00 |
| F | Peso de material seco en estado - gr | 297.60 | 297.60 |
| G | Volumen de masa - (E-A-F) - | 106.60 | 106.60 |
| H | P.e. Bulk (Base Seca) - F/E | 2.730 | 2.730 |
| I | P.e. Bulk (Base Saturada) - A/E | 2.752 | 2.752 |
| J | P.e. Aparente (Base Seca) - F/E | 2.792 | 2.792 |
| K | Absorción (%) ((D-A/A)x100) | 0.81 | 0.81 |

| | | |
|---------------------------|---|-------|
| P.e. Bulk (Base Seca) | : | 2.730 |
| P.e. Bulk (Base Saturada) | : | 2.752 |
| P.e. Aparente (Base Seca) | : | 2.792 |
| Absorción (%) | : | 0.81 |




UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Cel. 990579937
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote

ANEXO N° 4: CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO




**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D 7216)

SOLICITA : BACH. ARIAS PASTOR ULMER ALEXANDER
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC= 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE 15% POR CEMENTO
 POR CENIZA DE HOJA DE ESPINO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 18/01/2018

| PRUEBA N° | 01 | 02 |
|-----------------------------|-------|-------|
| TARA N° | | |
| TARA + SUELO HUMEDO (gr) | 836.8 | 838.1 |
| TARA + SUELO SECO (gr) | 833 | 834.5 |
| PESO DEL AGUA (gr) | 3.8 | 3.6 |
| PESO DE LA TARA (gr) | 206.3 | 71.7 |
| PESO DEL SUELO SECO (gr) | 626.7 | 762.8 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 0.61 | 0.47 |
| PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%) | 0.54 | |




UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Cel. 990579937
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote

ANEXO N° 4: CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**


ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. ARIAS PASTOR ULMER ALEXANDER
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE 15% POR CEMENTO
 POR CENIZA DE HOJA DE ESPINO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 18/01/2018

| PRUEBA N° | 01 | 02 |
|-----------------------------|-------|-------|
| TARA N° | | |
| TARA + SUELO HUMEDO (gr) | 997 | 975.2 |
| TARA + SUELO SECO (gr) | 993.5 | 972.1 |
| PESO DEL AGUA (gr) | 3.5 | 3.1 |
| PESO DE LA TARA (gr) | 163 | 109.3 |
| PESO DEL SUELO SECO (gr) | 830.5 | 762.8 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 0.42 | 0.41 |
| PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%) | 0.41 | |




UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

 Ciudad Universitaria – Urb. Los Pinos Mz. B s/n – Chimbote
 Cel. 990579937
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote

ANEXO N° 5: PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO


SOLICITA: BACH. ARIAS PASTOR ULMER ALEXANDER
 TESIS: RESISTENCIA DEL CONCRETO PC= 210 KG/CM² CON SUSTITUCION DE 15% POR CEMENTO
 POR CENIZA DE HOJA DE ESPINO
 LUGAR: CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA: RUBEN
 MATERIAL: ARENA GRUESA
 FECHA: 18/01/2018

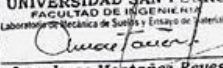
PESO UNITARIO SUELTO

| Ensayo N° | 01 | 02 | 03 |
|---|------|------|------|
| Peso de molde + muestra | 7800 | 7800 | 7750 |
| Peso de molde | 3326 | 3326 | 3326 |
| Peso de muestra | 4474 | 4474 | 4424 |
| Volumen de molde | 2788 | 2788 | 2788 |
| Peso unitario (Kg/m ³) | 1605 | 1605 | 1587 |
| Peso unitario prom. (Kg/m³) | 1599 | | |
| CORREGIDO POR HUMEDAD | 1592 | | |

PESO UNITARIO COMPACTADO

| Ensayo N° | 01 | 02 | 03 |
|---|------|------|------|
| Peso de molde + muestra | 8300 | 8335 | 8300 |
| Peso de molde | 3326 | 3326 | 3326 |
| Peso de muestra | 4974 | 5009 | 4974 |
| Volumen de molde | 2788 | 2788 | 2788 |
| Peso unitario (Kg/m ³) | 1784 | 1797 | 1784 |
| Peso unitario prom. (Kg/m³) | 1789 | | |
| CORREGIDO POR HUMEDAD | 1781 | | |




UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Cel. 990579937
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote

ANEXO N° 6: PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO


**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO


SOLICITA : BACH: ARIAS PASTOR ULMER ALEXANDER
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO $FC = 210 \text{ KG/CM}^2$ CON SUSTITUCION DE 15% POR CEMENTO
 POR CENIZA DE HOJA DE ESPINO
 LUGAR : CHIMBOTE -- PROVINCIA DEL SANTA -- ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 18/01/2018


PESO UNITARIO SUELTO

| Ensayo N° | 01 | 02 | 03 |
|---|-------|-------|-------|
| Peso de molde + muestra | 18100 | 18000 | 18000 |
| Peso de molde | 5120 | 5120 | 5120 |
| Peso de muestra | 12980 | 12880 | 12880 |
| Volumen de molde | 9354 | 9354 | 9354 |
| Peso unitario (Kg/m ³) | 1388 | 1377 | 1377 |
| Peso unitario prom. (Kg/m ³) | | 1381 | |
| CORREGIDO POR HUMEDAD | | 1373 | |

PESO UNITARIO COMPACTADO

| Ensayo N° | 01 | 02 | 03 |
|---|-------|-------|-------|
| Peso de molde + muestra | 19450 | 19500 | 19550 |
| Peso de molde | 5120 | 5120 | 5120 |
| Peso de muestra | 14330 | 14380 | 14430 |
| Volumen de molde | 9354 | 9354 | 9354 |
| Peso unitario (Kg/m ³) | 1532 | 1537 | 1543 |
| Peso unitario prom. (Kg/m ³) | | 1537 | |
| CORREGIDO POR HUMEDAD | | 1529 | |




UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Cel. 990579937
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote

ANEXO N° 7: DISEÑO DE MEZCLA PATRON



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH. ARIAS PASTOR ULMER ALEXANDER
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO $f'_{c'} = 210 \text{ kg/cm}^2$ CON SUSTITUCION DE 15% POR CEMENTO
POR CENIZA DE HOJA DE ESPINO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 17/01/2018

ESPECIFICACIONES
- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm^2 , a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.12

B.- Agua :


- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino : **CANtera : RUBEN**

- Peso especifico de masa 2.73
- Peso unitario suelto 1592 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1781 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.41 %
- Absorción 0.81 %
- Módulo de fineza 2.61

D.- Agregado grueso **CANtera : RUBEN**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.80
- Peso unitario suelto 1373 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1529 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.54 %
- Absorción 1.13 %



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $205 / 0.684 = 299.71 \text{ kg/m}^3 = 7.05 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

| | |
|----------------------|----------------------------|
| Cemento..... | 299.708 kg/m ³ |
| Agua efectiva..... | 214.294 lts/m ³ |
| Agregado fino..... | 904.994 kg/m ³ |
| Agregado grueso..... | 982.250 kg/m ³ |

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{904.994}{299.71} : \frac{982.25}{299.71}$$

1 : 3.02 : 3.28 : 30.39 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 2.83 : 3.56 : 30.39 lts / bolsa



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE


www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937

Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote

ANEXO N° 8: DISEÑO DE MEZCLA EXPERIMENTAL



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

DISEÑO DE MEZCLA
(15% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH: ARIAS PASTOR ULMER ALEXANDER
TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ CON SUSTITUCION DE 15% POR CEMENTO
POR CENIZA DE HOJA DE ESPINO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 18/01/2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedic 210 kg/cm^2 , a los 28 días.

MATERIALES

A - Cemento + CENIZA DE HOJA DE ESPINO

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.13

B - Agua :


- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino : CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.73
- Peso unitario suelto 1592 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1781 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.41 %
- Absorción 0.81 %
- Módulo de fineza 2.61

D.- Agregado grueso CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2.80
- Peso unitario suelto 1373 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1529 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.54 %
- Absorción 1.13 %



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1", el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³.

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

| | | |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Cemento..... | (m ³) | 0.082 |
| 15% CENIZA DE HOJA DE ESPINO..... | (m ³) | 0.014 |
| Agua efectiva..... | (m ³) | 0.205 |
| Agregado fino..... | (m ³) | 0.330 |
| Agregado grueso..... | (m ³) | 0.349 |
| Aire..... | (m ³) | 0.020 |
| | | <u>1.000</u> m ³ |

PESOS SECOS

| | | |
|-----------------------------------|--------|--------------------|
| Cemento..... | 254.75 | kg/m ³ |
| 15% CENIZA DE HOJA DE ESPINO..... | 44.956 | kg/m ³ |
| Agua efectiva..... | 205.00 | lts/m ³ |
| Agregado fino..... | 901.26 | kg/m ³ |
| Agregado grueso..... | 976.98 | kg/m ³ |

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

| | | |
|-----------------------------------|--------|--------------------|
| Cemento..... | 254.75 | kg/m ³ |
| 15% CENIZA DE HOJA DE ESPINO..... | 44.956 | kg/m ³ |
| Agua efectiva..... | 214.29 | lts/m ³ |
| Agregado fino..... | 904.99 | kg/m ³ |
| Agregado grueso..... | 982.25 | kg/m ³ |

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{254.75}{254.75} : \frac{44.956}{254.75} : \frac{904.99}{254.75} : \frac{982.25}{254.75}$$
$$1 : 0.18 : 3.55 : 3.86 \quad 30.39 \text{ lts / bolsa}$$




www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937
Email: imsvem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote

ANEXO N°9: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION- PATRON



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES


ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

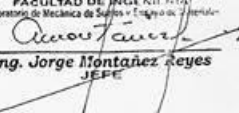
SOLICITA : BACH. ARIAS PASTOR ULMER ALEXANDER
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE 15% POR CEMENTO
 POR CENIZA DE HOJA DE ESPINO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 17/01/2018

F'c : 210 Kg/cm2

| N° | ELEMENTO | SLUMP | MOLDEO | ROTURA | EDAD DIAS | F'c Kg Cm2 | F'c F'c (%) |
|----|----------|-------|------------|------------|--------------|---------------|----------------|
| 01 | PATRON | - | 30/10/2017 | 06/11/2017 | 7 | 157.64 | 75.07 |
| 02 | PATRON | - | 30/10/2017 | 06/11/2017 | 7 | 163.94 | 78.07 |
| 03 | PATRON | - | 30/10/2017 | 06/11/2017 | 7 | 153.94 | 73.12 |
| 04 | PATRON | - | 30/10/2017 | 13/11/2017 | 14 | 200.45 | 95.55 |
| 05 | PATRON | - | 30/10/2017 | 13/11/2017 | 14 | 195.77 | 93.22 |
| 06 | PATRON | - | 30/10/2017 | 13/11/2017 | 14 | 193.56 | 92.27 |
| 07 | PATRON | - | 30/10/2017 | 22/11/2017 | 20 | 208.81 | 99.19 |
| 08 | PATRON | - | 30/10/2017 | 22/11/2017 | 20 | 217.33 | 103.49 |
| 09 | PATRON | - | 30/10/2017 | 23/11/2017 | 20 | 216.05 | 103.26 |

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C 39.
 OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y truidos por el interesado a este laboratorio.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Cel. 990579937
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote

ANEXO N°10: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION- EXPERIMENTAL



UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 15%


SOLICITA : BACH: ARIAS PASTOR ULMER ALEXANDER
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC= 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE 15% POR CEMENTO
 POR CENIZA DE HOJA DE ESPINO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 17/01/2018

F' C : 1 210 Kg/cm2

| N° | ELEMENTO | SLUMP (") | FECHA MOLDEO | FECHA ROTURA | EDAD DÍAS | FC Kg/Cm2 | FC/FC (%) |
|----|--------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| 01 | EXPERIMENTAL | - | 07/11/2017 | 14/11/2017 | 7 | 176.48 | 84.03 |
| 02 | EXPERIMENTAL | - | 07/11/2017 | 14/11/2017 | 7 | 172.60 | 82.19 |
| 03 | EXPERIMENTAL | - | 07/11/2017 | 14/11/2017 | 7 | 165.88 | 79.39 |
| 04 | EXPERIMENTAL | - | 07/11/2017 | 21/11/2017 | 14 | 200.65 | 95.55 |
| 05 | EXPERIMENTAL | - | 07/11/2017 | 21/11/2017 | 14 | 193.21 | 92.00 |
| 06 | EXPERIMENTAL | - | 07/11/2017 | 21/11/2017 | 14 | 183.63 | 87.44 |
| 07 | EXPERIMENTAL | - | 07/11/2017 | 05/12/2017 | 28 | 219.26 | 104.41 |
| 08 | EXPERIMENTAL | - | 07/11/2017 | 05/12/2017 | 28 | 232.99 | 110.46 |
| 09 | EXPERIMENTAL | - | 07/11/2017 | 05/12/2017 | 28 | 226.18 | 107.71 |

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C.39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.




UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Cel. 990579937
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelo Universidad San Pedro - Chimbote

**ANEXO N°11: DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO CON SUSTITUCION DE 15%
DE CEMENTO POR CENIZA DE HOJA DE ESPINO**




**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO
(Frasco de Le Chaletair)
(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : BACH: ARIAS PASTOR ULMER ALEXANDER
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE 15% POR CEMENTO
 POR CENIZA DE HOJA DE ESPINO
 MATERIAL : 100% CENIZA DE HOJA DE ESPINO
 FECHA : 16/05/2016

| PRUEBA N° | 01 | 02 |
|--------------------------------------|-------|-------|
| FRASCO N° | | |
| LECTURA INICIAL (ml) | 0.00 | 0.00 |
| LECTURA FINAL (ml) | 22.20 | 22.20 |
| PESO DE MUESTRA (gr) | 64.00 | 64.00 |
| VOLUMEN DESPLAZADO (ml) | 22.20 | 22.20 |
| PESO ESPECIFICO | 2.883 | 2.883 |
| PESO ESPECIFICO PROMEDIO (gr / cm3) | 2.883 | |



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Cel. 990579937
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

ANEXO N°12: DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DE CENIZA DE HOJA DE ESPINO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletier)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : BACH: ARIAS PASTOR ULMER ALEXANDER
 TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 CON SUSTITUCION DE 15% POR CEMENTO
 POR CENIZA DE HOJA DE ESPINO
 MATERIAL : CEMENTO 85% Y 15% CENIZA DE HOJA DE ESPINO
 FECHA : 16/05/2016

| PRUEBA N° | | 01 | 02 |
|--------------------------|-------------|-------|-------|
| FRASCO N° | | | |
| LECTURA INICIAL | (ml) | 0.00 | 0.00 |
| LECTURA FINAL | (ml) | 19.80 | 19.80 |
| PESO DE MUESTRA | (gr) | 64.00 | 64.00 |
| VOLUMEN DESPLAZADO | (ml) | 19.80 | 19.80 |
| PESO ESPECIFICO | | 3.232 | 3.232 |
| PESO ESPECIFICO PROMEDIO | (gr / cm3) | 3.232 | |



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria – Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote

Cel. 990579937

Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

ANEXO N°13: COMPOSICION QUIMICA DE LA CENIZA DE ESPINO



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°95-LAQ/2017

Análisis de una muestra de ceniza de hoja de espino por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de hojas de espino a pedido del Sr. **Pastor Ulmer, Alexander**, egresado de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

"Resistencia a la Compresión de un Concreto $F'c=120 \text{ kg/cm}^2$ con Sustitución de 15% de Cemento por Ceniza de Hoja de Espino."

La muestra está en forma de grano fino de color gris oscuro.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μA . Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 3850 cts/s

Esta técnica permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg ($Z=12$) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de hoja de espino. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en el proceso de calcinación y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalcar que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCÓ
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de ceniza de hoja de espino
en % de masa.

| Óxido | % masa | Normalizado |
|--------------------------------|--------|-------------|
| Al ₂ O ₃ | 7.875 | 14.842 |
| SiO ₂ | 3.904 | 5.831 |
| SO ₂ | 0.984 | 1.855 |
| ClO ₂ | 0.678 | 1.279 |
| K ₂ O | 5.086 | 9.585 |
| CaO | 34.859 | 65.701 |
| TiO ₂ | 0.023 | 0.044 |
| MnO | 0.009 | 0.017 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.240 | 0.452 |
| Ni ₂ O ₃ | 0.003 | 0.005 |
| CuO | 0.005 | 0.009 |
| ZnO | 0.012 | 0.023 |
| As ₂ O ₃ | 0.005 | 0.010 |
| Rb ₂ O | 0.003 | 0.005 |
| SrO | 0.170 | 0.032 |
| Y ₂ O ₃ | 0.004 | 0.008 |
| ZrO ₂ | 0.007 | 0.013 |
| BaO | 0.040 | 0.045 |
| Totales | 53.057 | 100.00 |

La suma en términos de contenido de óxidos está muy por debajo de 100% indicando que la muestra pueda contener compuestos de Na y/o Mg que esta técnica no puede detectar y/o contiene compuestos diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para aclarar esta situación se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra con mayor precisión.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría



Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de ceniza de hoja de espino en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado.

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 28 de noviembre del 2017

Fuente: Laboratorio de Arqueometría Universidad Mayor de San Marcos.

ANEXO N°12: COMPOSICION QUIMICA DE LA CENIZA DE ESPINO Y CMENTO



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°93-LAQ/2017

Análisis de una mezcla de cemento tipo1 y ceniza de hoja de espino por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una mezcla de cemento tipo 1 y ceniza de espino a pedido del Sr. Pastor Ulmer, Alexander, egresado de la Universidad San Pedro, sede Chimboté, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Resistencia a la Compresión de un Concreto $F'c=120 \text{ kg/cm}^2$ con Sustitución de 15%
de Cemento por Ceniza de Hoja de Espino.”**

La muestra está en forma de grano fino de color gris oscuro.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μA . Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo; la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 5420 cts/s.

Esta técnica permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg ($Z=12$) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

componente continuo de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta mezcla de cemento tipo 1 y ceniza de hoja de espino. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en el proceso de calcinación y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalcar que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Tabla 1. Composición elemental de la mezcla de cemento tipo I y ceniza de hoja de espino en % de masa.

| Óxido | % masa | Normalizado |
|-------------------------|--------|-------------|
| Al_2O_3 | 11.632 | 12.382 |
| SiO_2 | 23.640 | 25.164 |
| SO_2 | 3.298 | 3.511 |
| ClO_2 | 0.251 | 0.267 |
| K_2O | 2.403 | 2.558 |
| CaO | 50.348 | 53.594 |
| TiO_2 | 0.118 | 0.125 |
| Cr_2O_3 | 0.002 | 0.002 |
| MnO | 0.027 | 0.028 |
| Fe_2O_3 | 2.061 | 2.194 |
| Ni_2O_3 | 0.001 | 0.001 |
| CuO | 0.011 | 0.012 |
| ZnO | 0.034 | 0.036 |
| As_2O_3 | 0.005 | 0.005 |
| SrO | 0.110 | 0.117 |
| Y_2O_3 | 0.003 | 0.003 |
| ZrO_2 | 0.001 | 0.001 |
| Totales | 93.943 | 100.00 |

La suma en términos de contenido de óxidos es algo menor que 100% indicando que la muestra puede contener compuestos de Na y/o Mg que esta técnica no puede detectar y/o contiene compuestos diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para aclarar esta situación se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra con mayor precisión.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

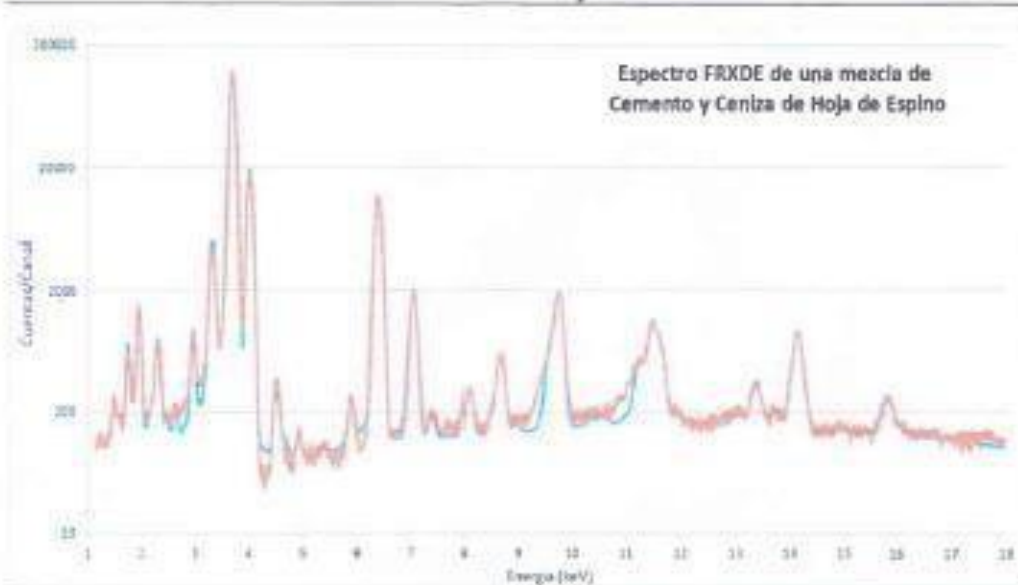


Figura 1. Espectro de FRXDE de una mezcla de cemento tipo 1 y ceniza de hoja de espino en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría

Lima, 28 de noviembre del 2017

Fuente: Laboratorio de Arqueometría Universidad Mayor de San Marcos.

ANEXO N°13: ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL Y PH



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 28 de Noviembre del 2017

INFORME N° 60 - NOV 17

Solicitante: Ulmer Arias Pastor - Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Ceniza Hoja de espino (1 gr)

| N° de Muestras | Código de Muestra | Cantidad de muestra ensayada | Procedencia |
|----------------|-------------------|------------------------------|-------------|
| 1 | CHE-60N | 16.1 mg | ----- |

MUESTRA: Cemento (1 gr)

| N° de Muestras | Código de Muestra | Cantidad de muestra ensayada | Procedencia |
|----------------|-------------------|------------------------------|-------------|
| 1 | CEM-60N | 16.1 mg | ----- |

MUESTRA: 15% Ceniza hoja espino/85% cemento

| N° de Muestras | Código de Muestra | Cantidad de muestra ensayada | Procedencia |
|----------------|-------------------|------------------------------|-------------|
| 1 | CHE-CEM-60N | 16.1 mg | ----- |

2. ENSAYOS A APLICAR

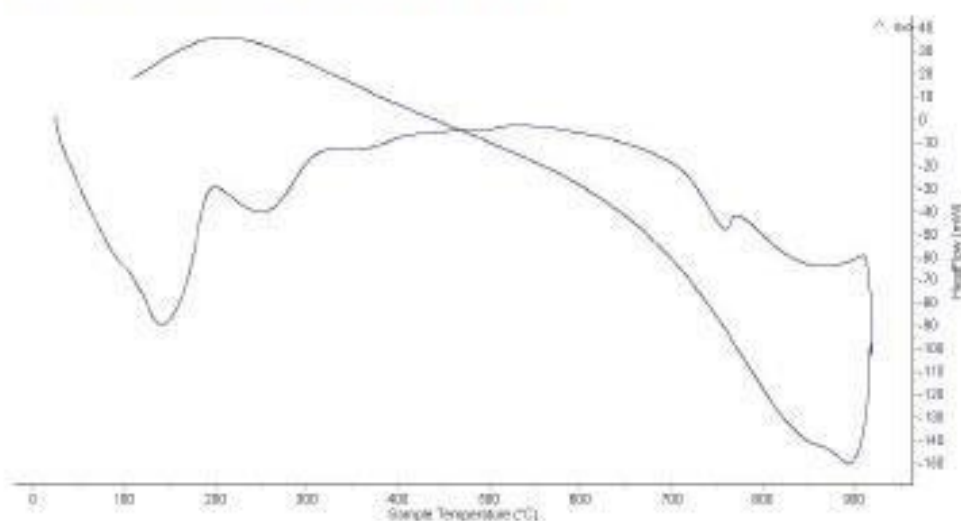
- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.
- pH



Trujillo, 28 de Noviembre del 2017

INFORME N° 60 - NOV 17

II- Curva Calorimétrica ATD-ceniza hoja de espino



III-pH

| Código de Muestra | Cantidad de muestra ensayada | pH |
|-------------------|------------------------------|------|
| CHE-60N | 200 mg | 10,7 |

| Código de Muestra | Cantidad de muestra ensayada | pH |
|-------------------|------------------------------|------|
| CEM-60N | 200 mg | 12,3 |

| Código de Muestra | Cantidad de muestra ensayada | pH |
|-------------------|------------------------------|------|
| CHE-CEM-60N | 200 mg | 11,4 |



Trujillo, 28 de Noviembre del 2017

INFORME N° 60 - NOV 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una importante pérdida de masa en el rango de 80 y 180°C, luego el material pierde masa lentamente hasta la máxima temperatura de ensayo, registrando una pérdida total de 25 % respecto a su masa inicial a la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra una banda de absorción térmica a aproximadamente 150°C y 250°C, posteriormente un muy ligero pico endotérmico a 750°C habiendo alguna probabilidad de existir algún cambio estructural del material.
3. Las 3 muestras que fueron analizadas registraron características básicas de pH.

Trujillo, 28 de Noviembre del 2017



Ing. Danny Mesías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

ANEXO N°14: PANEL FOTOGRÁFICO

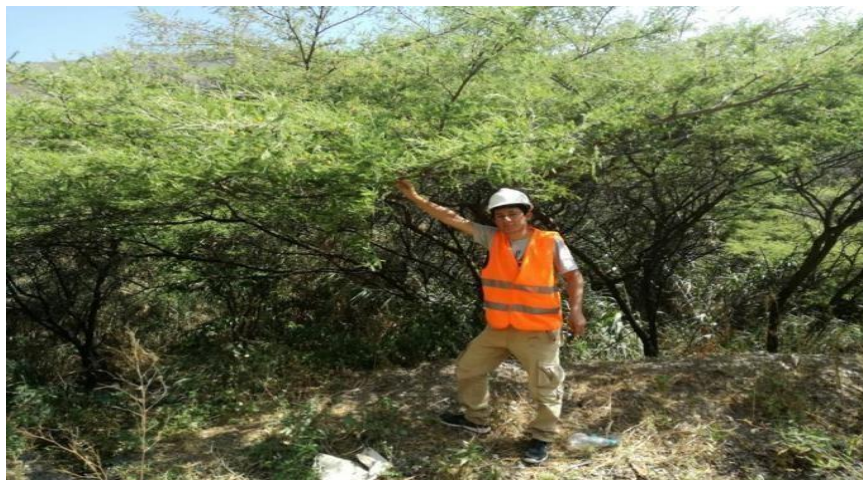


Figura 15: ELECCION DE HOJA DE ESPINO



Figura 16: RECOLECCION DE HOJA DE ESPINO



Figura 17: PREQUEMADO DE LA HOJA DE ESPINO.



Figura 18: PROCESO DE CALCINADO EN MUFLA PARA ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X Y CALCULO DE PH



Figura 19: RECOLECCIÓN DEL AGREGADO GRUESO



Figura 20: RECOLECCIÓN DEL AGREGADO FINO



Figura 21: PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO



Figura 22: PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO



Figura 23: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO Y FINO



Figura 24: PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO



Figura 25: PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO



Figura 26: PESO ESPECÍFICO DE LA MASA DEL AGREGADO FINO



Figura 27: PESO ESPECÍFICO DE LA MASA DEL AGREGADO FINO



Figura 28: PRUEBA DEL SLUMP DEL DISEÑO PATRON



Figura 29: PRUEBA DEL ASENTAMIENTO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL



Figura 30: PRUEBA DEL SLUMP DEL DISEÑO EXPERIMENTAL



Figura 31: ELABORACION DE LA MEZCLA DE CONCRETO PATRON



Figura 32: CENIZA DE HOJA DE ESPINO PARA LA SUSTITUCION DEL CEMENTO EN 15%.



Figura 33: ELABORACION DE LA MEZCLA DE CONCRETO EXPERIMENTAL



Figura 34: ELABORACION DE LA MEZCLA DE CONCRETO EXPERIMENTAL TERMINADA.



Figura 35: PESO DE PROBETAS EXPERIMENTAL RECIEN DESENCOFRADA

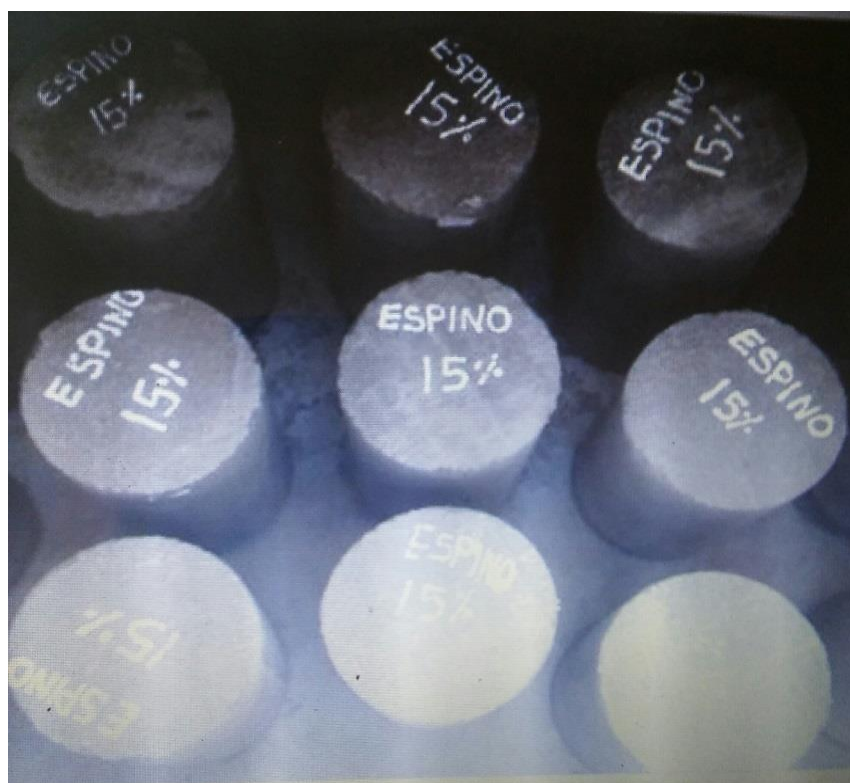


Figura 36: PROBETAS EXPERIMENTALES CON SUTITUCION 15%



Figura 37: REALIZACION DEL ENSAYO A LA COMPRESION DE LAS PROBETAS PATRON.



Figura 38: REALIZACION DEL ENSAYO A LA COMPRESION DE LAS PROBETAS PATRON CON MI ASESOR EL ING. MIGUEL SOLAR JARA.



Figura 39: REALIZACION DEL ENSAYO A LA COMPRESION DE LAS PROBETAS EXPERIMENTALES



Figura 40: ENSAYO A LA COMPRESION DE LAS PROBETAS EXPERIMENTALES CON EL APOYO DEL INGENIERO SIGUENZA ABANTO ROBERT.